ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ОСНОВАННОЕ

заслуженнымъ профессоромъ П. А. Зиловымъ

И ИЗДАВАЕМОЕ

профессоромъ Г. Г. Де-Метцомъ.

1909 г. ТОМЪ 10. № 3.

СОДЕРЖАНІЕ.







КІЕВЪ.
Тип. С. В. Кульженко, Пушкинская ул., д. № 4.
1909.



ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

въ 1909 году

(десятый годъ изданія).

Въ 1909 году *Физическое Обозрѣніе* будетъ издаваться по прежней программѣ и заключать отдѣлы: 1) современное состояніе физики, 2) научную хронику, 3) исторію физики, 4) преподаваніе физики, 5) библіографію, 6) объявленія.

Журналъ будетъ выходить 6 разъ въ годъ (въ учебные мѣсяцы) номерами около 3 листовъ. Цѣна съ пересылкой **3** рубля въ годъ; при подпискѣ съ наложеннымъ платежомъ **3** руб. **25** коп; для желающихъ получать журналъ заказными бандеролями **3** руб. **50** коп. За неисправность почты редакція не отвѣчаетъ.

Подписка принимается отъ иногороднихъ въ редакціи Журнала, Кіевъ, Театральная ул., № 3, кв. 5, а также въ книжныхъ магазинахъ И. А. Розова и Н. Я. Оглоблина (Кіевъ), Н. П. Карбасникова (С.-Петербургъ, Москва, Варшава и Вильна) и др. Тамъ же можно получать 1-й, 5-й, 6-й, 7-й, 8-й и 9-й томы *Физическаго Обозрѣнія* за 1900, 1904, 1905, 1906, 1907 и 1908 годы; всѣ экземпляры 2, 3 и 4 томовъ за 1901, 1902 и 1903 г. распроданы. Цѣна каждаго тома **3** руб., съ наложеннымъ платежомъ **3** руб. **25** коп.

Книгопродавцамъ 5% уступки.

О перемѣнѣ адреса подписчики извѣщаютъ редакцію.

Съ 15 Мая по 1 Сентября редакція закрыта.

Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія *Физическое Обозрѣніе* рекомендовано для фундаментальныхъ и ученическихъ (старшаго возраста) библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для фундаментальныхъ библіотекъ женскихъ гимназій и для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

рекомендованъ Учебнымъ Комитетомъ для Фундаментальныхъ библіотекъ коммерческихъ учебныхъ заведеній вѣдомства Министерства Торговли и Промышленности.

Редакторъ-издатель проф. *Г. Де-Метцъ.*

Кіевъ, Театральная, 3.

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1909 г. ТОМЪ 10. № 3.

Механическое летаніе.



Г. Чатлея[1]).

Современное положеніе вопроса. Послѣдніе успѣхи Райта, Фармана, Делагранжа и Блерьо и постепенное накопленіе данныхъ въ пользу механическаго летанія окончательно восторжествовали надъ укоренившимся какъ среди публики, такъ и среди спеціалистовъ мнѣніемъ, что воздухоплаваніе пустая мечта.

Съ незапамятныхъ временъ множество инженеровъ безуспѣшно принимались за этотъ вопросъ, и скептическое къ нему отношеніе, господствовавшее до послѣднихъ лѣтъ, было вполнѣ заслуженнымъ. Теперь ясно, что механическое летаніе было немыслимо до тѣхъ поръ, пока наука и инженерное искусство девятнадцатаго вѣка не довели тепловыхъ двигателей до такой степени совершенства, которая позволила имъ при сравнительно маломъ вѣсѣ развивать большую мощность. Настоящіе успѣхи воздухоплаванія не должны, однако, скрывать отъ насъ всего того, что остается еще сдѣлать. Даже наилучшія изъ существующихъ летательныхъ машинъ обладаютъ серьезными недостатками: такъ, ими нельзя управлять въ бурную погоду, и каждая изъ ихъ составныхъ частей еще настолько непрочна, что онѣ постоянно рискуютъ разлетѣться.

Дальнѣйшій успѣхъ лежитъ теперь въ рукахъ инженеровъ-механиковъ, задача которыхъ сводится къ построенію болѣе прочнаго летательнаго снаряда, однако, безъ уменьшенія уже достигнутаго полезнаго дѣйствія. Въ этой статьѣ я хотѣлъ-бы намѣтить нѣкоторыя желательныя усовершенствованія и, вмѣстѣ

---

[1]) Докладъ Herbert Chatley'я, прочитанный въ Лондонскомъ Обществѣ Инженеровъ 7 декабря 1908 г. The Nature. 1909. № 2049.

съ тѣмъ, изложить важнѣйшія теоретическія и практическія свѣдѣнія, которыя дали-бы возможность всякому, желающему заняться воздухоплаваніемъ, построить простой типъ летательной машины.

Необходимо обратить ваше вниманіе на то, что имѣющіяся у насъ данныя весьма неполны и часто неправильны, вслѣдствіе чего нѣсколько предварительныхъ замѣчаній по этому поводу будутъ здѣсь вполнѣ умѣстны.

Необходимость новыхъ изслѣдованій. Позже я покажу, что весь вопросъ о механическомъ летаніи сводится къ изученію реакціи воздуха на движущіяся въ немъ твердыя тѣла. За послѣднія 150 лѣтъ въ этомъ направленіи было сдѣлано много изслѣдованій; но несмотря на это, даже и теперь по большинству вопросовъ нѣтъ точныхъ данныхъ.

Кромѣ того, здѣсь не былъ примѣненъ въ достаточной мѣрѣ математическій анализъ. Нѣкоторые знаменитые математики, включая лорда Кельвина и лорда Рэлея, посвятили этому вопросу извѣстное вниманіе, но, насколько я могу судить, ни одинъ изъ выдающихся математиковъ не счелъ интереснымъ сдѣлать полный математическій анализъ вопроса, несмотря на то, что послѣдніе успѣхи въ теоріи гидродинамики, безъ сомнѣнія, являются важнымъ подспорьемъ при изученіи аэродинамики.

Краткая исторія теоріи. Вопросъ о сопротивленіи жидкостей уже съ давнихъ поръ служилъ предметомъ изслѣдованій, и общія его основы можно найти въ „Началахъ“ Ньютона. Балистическія изслѣдованія Гэттона и Робинса, сдѣланныя въ концѣ восемнадцатаго вѣка, впервые дали точныя указанія о величинѣ сопротивленія воздуха, и эти труды до сихъ не потеряли своей цѣнности. На основаніи гипотезы, выведенной изъ сочиненій Ньютона, Навье и Гей-Люссака въ началѣ девятнадцатаго вѣка построили теорію летанія, изъ которой слѣдовало, что для осуществленія послѣдняго необходимо развитіе громадной мощности, и это мнѣніе оставалось въ силѣ еще много лѣтъ спустя; летаніе было причислено тогда къ неосуществимымъ задачамъ, чѣмъ и объясняется малый успѣхъ въ его развитіи за этотъ періодъ.

Опыты Уэнема и Броунинга въ восьмидесятыхъ годахъ вмѣстѣ съ изслѣдованіями Ланглея въ Америкѣ и Максима въ

Англіи ясно показали несостоятельность этого взгляда. Пэто въ 1876 году первый далъ математическую теорію аэроплана, изобрѣтеннаго Генсономъ въ 1840 году.

Фроудъ, лордъ Рэлей и проф. Брайэнъ развили эту теорію, и въ 1903 году послѣдній изъ нихъ вывелъ уравненія устойчивости аэроплана. Два года спустя капитанъ французской артиллеріи Ферберъ дополнилъ эти уравненія, чѣмъ далъ возможность вычислить условія боковой устойчивости и форму траекторіи; наконецъ, въ самое послѣднее время Ланчестеръ тоже далъ рѣшеніе этой задачи. Проф. Фитцгеральдъ и лордъ Рэлей удѣлили нѣкоторое вниманіе орнитоптеру, а профессора Петтигрю и Марей еще раньше пришли къ нѣкоторымъ важнымъ заключеніямъ относительно полета птицъ. Геликоптеръ не былъ удостоенъ большого вниманія, но связанныя съ нимъ изслѣдованія Фроуда и его сына о пропеллерахъ имѣютъ весьма важное значеніе для изученія разсматриваемаго нами вопроса. Изученіемъ воздушныхъ пропеллеровъ занимались Александеръ, сэръ Г. Максимъ и еще нѣкоторые другіе инженеры.

Теорія сопротивленія поверхностей и твердыхъ тѣлъ [1]). Тѣло, движущееся въ воздухѣ, испытываетъ извѣстное сопротивленіе въ зависимости отъ своей формы и относительной скорости. Если воздухъ разсѣкается внезапно, то мгновенное измѣненіе его количества движенія вызываетъ давленіе на тѣло; его треніе о тѣло вызываетъ новое сопротивленіе, а частичное разрѣженіе сзади, возникающее отъ того, что воздухъ не возвращается мгновенно въ первоначальное положеніе, еще больше увеличиваетъ сопротивленіе. Воздухъ входитъ въ заднее пространство рядомъ вихрей, кинетическая энергія которыхъ получается за счетъ движущагося тѣла. Поэтому мы должны принимать въ соображеніе переднюю форму, поверхность и заднюю форму движущагося тѣла. Всѣ дѣйствія при общепримѣняемыхъ скоростяхъ можно считать почти пропорціональными квадрату скорости.

Тонкая, но несгибающаяся пластинка, двигаясь перпендикулярно самой себѣ со скоростью V футовъ въ секунду, испы-

---

[1]) См. Lamb. „Hydrodynamics; Lanchester „Aërodynamics“, тоже статью автора въ „Aëronautics“ за августъ 1908. г.

тываетъ динамическое сопротивленіе, а также и отрицательное давленіе, вызванное образованіемъ вихрей позади ея. Поверхностное треніе ея, вообще, ничтожно, за исключеніемъ случая весьма большихъ размѣровъ. Динамическое же сопротивленіе зависитъ отъ количества входящаго въ игру воздуха, которое, въ свою очередь, измѣняется съ величиною площади, такъ что можно написать уравненіе

$$P = k\left(1 + \frac{1}{n}\right) S V^2, \qquad (1)$$

въ которомъ P обозначаетъ полное давленіе въ фунтахъ, S площадь въ квадратныхъ футахъ, V скорость въ футахъ въ секунду, а k и n - нѣкоторыя постоянныя; k есть масса кубическаго фута воздуха, дѣленная на 2, при нормальныхъ условіяхъ температуры и давленія и равна приблизительно 0,0012; n есть отношеніе динамическаго давленія къ отрицательному и обыкновенно больше 2, поэтому $k\left(1 + \frac{1}{n}\right)$ у различныхъ экспериментаторовъ измѣняется отъ 0,0013 до 0,0017. Особенно часто примѣняется число Ланглея 0,0017 и въ упрощенномъ видѣ мы можемъ ур. (1) представить въ формѣ

$$P = kSV^2 \text{ (гдѣ } k = 0{,}0017). \qquad (2)$$

Если плоскость наклонена, такъ что съ направленіемъ движенія образуетъ уголъ γ, то динамическое дѣйствіе перестаетъ быть симметричнымъ, поверхностное треніе достигаетъ значительной величины, а отрицательное давленіе уменьшается. Для этого случая было дано много правилъ, но за исключеніемъ весьма малыхъ угловъ (меньше 2^0) и большихъ (больше 40^0) можно пользоваться слѣдующею формулою:

$$P = 2kSV^2 \sin\gamma \cdot \qquad (3)$$

По мѣрѣ приближенія площади къ совпаденію съ направленіемъ движенія давленіе P уменьшается, но остается еще остаточное сопротивленіе, вызванное динамическимъ дѣйствіемъ краевъ и треніемъ поверхностей.

Ланчестеръ принимаетъ для поверхностнаго тренія

$$F = \frac{2kSV^2}{20}, \qquad (4)$$

гдѣ F обозначаетъ сопротивленіе, выраженное въ фунтахъ.

Отсюда слѣдуетъ, что коэффиціентъ поверхностнаго тренія составляетъ больше 5% коэффиціента сопротивленія, и хотя относительно этой величины существуетъ извѣстное разногласіе, мы все таки будемъ ею пользоваться [1]).

Кривыя поверхности испытываютъ аналогичныя сопротивленія, когда онѣ такъ наклонены, что представляютъ опредѣленную выпуклость или вогнутость впередъ; ихъ коэффиціентъ бываетъ обыкновенно больше. Поверхности, хорды которыхъ лежатъ въ направленіи движенія, подвержены поверхностному тренію и испытываютъ то же давленіе, направленное внизъ или вверхъ, въ зависимости отъ того, обращена-ли выпуклость вверхъ или внизъ, причемъ кривизна не должна быть слишкомъ большой, дабы воздухъ могъ легко проникать въ вогнутую полость. Поверхности сильно вытянутыя въ поперечномъ направленіи испытываютъ большее давленіе, чѣмъ тѣ, большія оси которыхъ лежатъ въ направленіи движенія, причемъ давленіе это колеблется на 30% ниже и выше той же величины для поверхности квадратной формы.

Сопротивленіе воздуха твердымъ тѣламъ обладаетъ тѣмъже характеромъ, что и сопротивленіе воды, только величина его меньше въ отношеніи плотности воздуха къ плотности воды т. е. приблизительно въ отношеніи 1 : 800.

Центръ давленія. Динамическое сопротивленіе несимметрично, и результирующій центръ давленія лежитъ всегда впереди геометрическаго центра поверхности. Это перемѣщеніе требуетъ новыхъ изслѣдованій. Для плоскостей, наклоненныхъ подъ угломъ γ къ направленію движенія, очень часто примѣняется слѣдующая формула, данная Жоэсселемъ и Аванзини:

$$\Delta = 0,3\,(1 - \sin\gamma)\,L, \qquad (5)$$

въ которой Δ обозначаетъ разстояніе въ футахъ отъ центра давленія до центра поверхности, а L длину поверхности въ направленіи движенія, выраженную также въ футахъ.

Тэрнбуллъ [2]) оспариваетъ эту формулу и доказываетъ на основаніи своихъ опытовъ, что когда γ меньше 18^0, Δ измѣняется прямо пропорціонально съ γ, такъ что когда $\gamma = 0$, то и $\Delta = 0$.

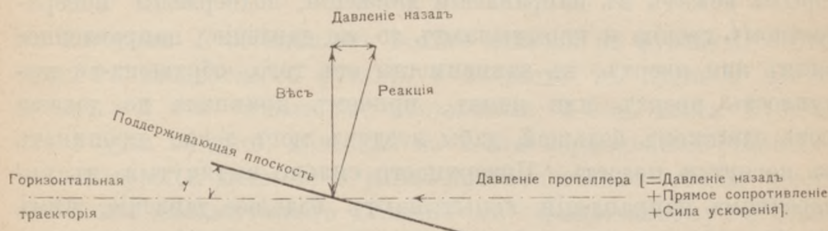
---

[1]) См. Baden-Powell. „Practical Aërodynamics"; Langley. „Experiments in Aërodynamics" и книгу автора „The Problem of Flight".

[2]) Physical Review. 1907. XXIV. March.

Для поверхности съ выпуклою нижнею частью, или же съ вогнутостью впереди и съ выпуклостью сзади (обѣ на нижней части) онъ выводитъ формулу, похожую на Жоесселевскую, дающую, однако, большія величины для Δ, чѣмъ послѣдняя. Онъ утверждаетъ, что только эти два типа поверхностей устойчивы.

Въ виду того, что разсматриваемая здѣсь величина входитъ во всѣ формулы устойчивости, дальнѣйшіе опыты въ этой области нужно считать крайне необходимыми [1]).

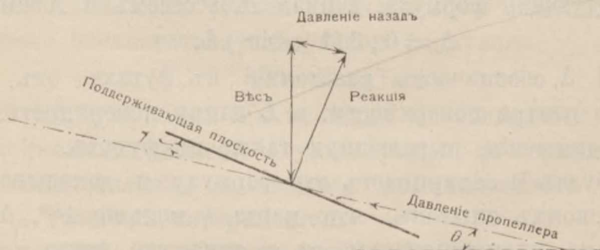


Фиг. 1. Равновѣсіе силъ въ аэропланѣ, перемѣщающемся горизонтально.

Энергія, необходимая для летанія аэроплана. Такъ какъ нормальное давленіе измѣняется пропорціонально поверхности площади и квадрату скорости, то слагающая давленія въ направленіи движенія будетъ измѣняться аналогичнымъ образомъ. Такъ, если давленіе происходитъ въ направленіи движенія, сопротивленіе R площади въ фунтахъ будетъ

$$R = P\sin\gamma = 2kSV^2\sin^2\gamma, \tag{6}$$

и если допустить добавочное сопротивленіе CV^2 для мостика авіатора и для каркасса, причемъ C обозначаетъ проекцію мо-



Фиг. 2. Равновѣсіе силъ въ подымающемся аэропланѣ.

[1]) См. статью Turnbull l. c., тоже Kummer. Abhandlungen der Berliner Akademie. 1875—76; Joëssel. Génie Maritime. 1870; Langley. Experiments in Aërodynamics; Moedebeck. Pocket-Book.

стика на плоскость, перпендикулярную къ направленію движенія, выраженную въ квадратныхъ футахъ, то для мощности H получимъ уравненіе

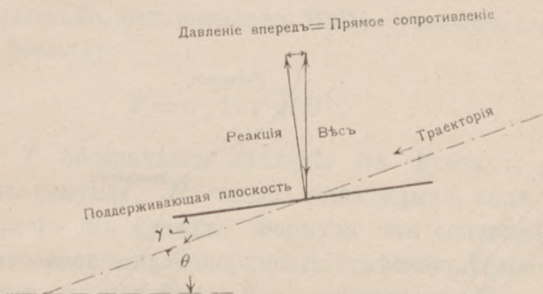
$$H = (R + CV^2)V = (2kS\sin^2\gamma + C)V^3, \tag{7}$$

въ которомъ H выражено въ футо-фунтахъ въ секунду.

Такимъ образомъ требуемая мощность измѣняется пропорціонально кубу скорости. Нѣтъ, однако, необходимости, чтобы γ оставалось постоянной, поэтому мы можемъ уменьшить мощность H, уменьшая γ, при чемъ слѣдуетъ помнить, что C остается неизмѣннымъ. Предѣльная величина для γ опредѣляется изъ вѣса W, принимая въ соображеніе, что вертикальное давленіе никогда не должно быть меньше послѣдняго. Если направленіе движенія горизонтально, то

$$W = P\cos\gamma = 2kSV^2\sin\gamma\cos\gamma. \tag{8}$$

W обозначаетъ вѣсъ въ фунтахъ; и такимъ образомъ, зная V, можно вычислить γ, и наоборотъ. Отсюда слѣдуетъ, что при



Фиг. 3. Равновѣсіе силъ въ опускающемся, скользящемъ аэропланѣ.

данной начальной величинѣ для γ, величина V, вычисленная изъ уравненія (8), представляетъ наименьшую скорость взлета, т. е. скорость, необходимую для подъема.

Сочетая уравненіе (8) съ (7), можно вычислить скорость, отвѣчающую данной мощности и углу γ, или же найти мощность, потребную для приведенія въ движеніе летательнаго снаряда при различныхъ величинахъ скорости и угла. Если снарядъ подымается, и направленіе движенія образуетъ уголъ θ съ горизонтомъ, то формула (8) принимаетъ видъ

$$W = P\cos(\theta + \gamma) = 2kSV^2\sin\gamma\cos(\theta + \gamma). \tag{9}$$

Сопоставляя уравненіе (9) съ (7), можно найти функціональную зависимость между мощностью, скоростью и угломъ γ въ новыхъ условіяхъ и пользоваться ею съ большою осторожностью.

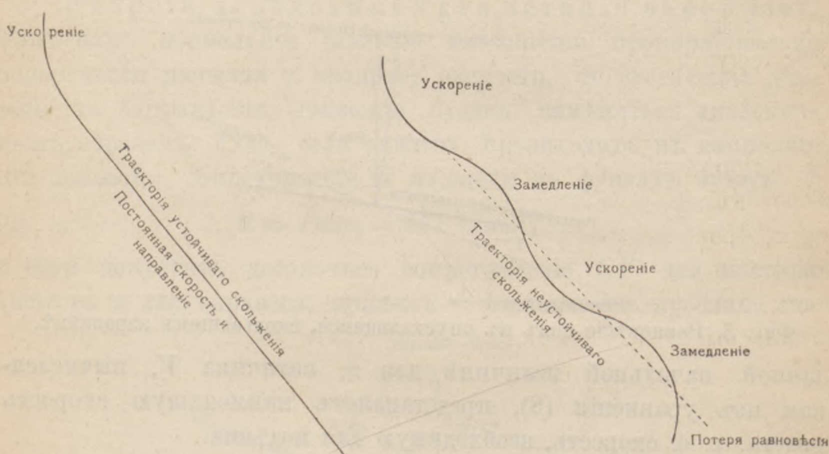
Мощность, требуемая для геликоптера. Эта мощность слѣдуетъ непосредственно изъ разсмотрѣнія давленія пропеллера. Если T выражаетъ давленіе пропеллера въ фунтахъ при заданныхъ условіяхъ скорости и наклона, то въ геликоптерѣ

$$W = nT, \tag{10}$$

гдѣ n обозначаетъ число пропеллеровъ.

Орнитоптеръ будетъ разсмотрѣнъ впослѣдствіи.

Производительность пропеллеровъ. Опытъ въ общемъ показалъ, что, если принять въ соображеніе разницу плотности среды, воздушный пропеллеръ почти ничѣмъ не отличается отъ пароходнаго пропеллера. Давленіе пропорціонально поверхности лопастей и квадрату скорости, а мощность измѣ-



Фиг. 4. Траекторіи движеній устойчивыхъ и неустойчивыхъ аэроплановъ.

няется пропорціонально кубу скорости. Съ уменьшеніемъ наклоненія уменьшается давленіе, а послѣднее, равно какъ и мощность, растетъ съ діаметромъ пропеллера. Я считаю лишнимъ приводить здѣсь общіе выводы относительно пропеллеровъ, которые можно найти въ статьѣ Фроуда въ Transactions Institute

Naval Architects и въ учебникахъ кораблестроенія и морской техники. Въ одномъ, однако, отношеніи дѣйствіе пропеллера въ воздухѣ существенно отличается отъ его дѣйствія въ водѣ, а именно, вслѣдствіе незначительной инерціи воздуха, пропеллеръ, вращающійся около неподвижной оси, въ спокойной атмосферѣ, начинаетъ выбрасывать воздухъ, благодаря поступательному движенію оси и центробѣжной силѣ, и стремится такимъ образомъ создать вокругъ себя воздушный вихрь, уменьшающій давленіе пропеллера почти до нуля. Въ этомъ именно кроется причина неудачи опытовъ надъ подъемными винтами для геликоптеровъ. Съ другой стороны, осевое или поперечное теченіе, вызванное движеніемъ оси вращенія, приводитъ къ пропеллерамъ необходимый свѣжій воздухъ; поэтому я нахожу, что чѣмъ меньше наклоненіе, (т. е. чѣмъ больше поступательное движеніе) винта, тѣмъ больше его полезный эффектъ. Аналогично этому у геликоптера, движущагося въ сторону, подъемная сила больше.

Для поддерживающаго, но не поднимающаго винта, имѣющаго, слѣдовательно, наклоненіе въ 100°/₀, я вывелъ для давленія слѣдующую формулу:

$$T = 0,1 r \sqrt[3]{HD^7}, \tag{11}$$

въ которой T обозначаетъ давленіе въ фунтахъ, r число оборотовъ въ секунду, H число лошадиныхъ силъ и D діаметръ пропеллера въ футахъ. Формула эта основана на предположеніи, что величина поверхности отвѣчаетъ условіямъ мощности, діаметра и скорости. Для проектируемой поверхности должна быть примѣнена слѣдующая формула:

$$A = \frac{4}{\pi r} \sqrt[3]{\frac{H}{D^5}}, \tag{12}$$

гдѣ A есть отношеніе проектируемой поверхности къ плоскости круга.

Правила эти основаны на опытахъ В. Г. Уокера (Walker), надъ вентиляторомъ, подробности которыхъ изложены въ книгѣ Иннеса „The Fan“.

Давленіе, которое производится одною лошадиною силою, при наилучшихъ формахъ пропеллеровъ колеблется отъ 20 до 60 фунтовъ, причемъ 40 фунтовъ представляетъ обыкновенный

maximum. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія, какъ и въ случаѣ морскихъ пропеллеровъ, рѣдко превышаетъ 50%, а наилучшіе результаты достигаются въ случаѣ минимальнаго наклона. Это одно обезпечиваетъ аэроплану превосходство надъ геликоптеромъ.

Устойчивость скользящихъ поверхностей. Мы видѣли, что центръ давленія лежитъ впереди центра поверхности, и что разстояніе между ними зависитъ отъ угла γ. Такимъ образомъ, если этотъ уголъ и нормальное давленіе постоянны, то моментъ давленія вокругъ центра поверхности тоже постояненъ и можетъ быть уравновѣшенъ соотвѣтственнымъ перемѣщеніемъ центра тяжести; для равновѣсія послѣдній долженъ лежать надъ центромъ давленія. Однако, изъ того обстоятельства, что ни уголъ, ни сопротивленіе не бываютъ абсолютно постоянны, можно было бы заключить, что устойчивость невозможна. Что это не такъ, доказалъ проф. Брайэнъ и Уильямсъ въ сообщеніи, читанномъ передъ Королевскимъ Обществомъ въ 1903 году, и капитанъ Ферберъ въ статьѣ въ „Revue d'Artillerie“ (Ноябрь 1905 г.[1]) Въ послѣдней показано, что аэропланъ удовлетворяетъ условіямъ продольнаго равновѣсія, если выполнены слѣдующія два условія:

1. Продольное плечо инерціи около оси, проходящей черезъ центръ тяжести, не должно превосходить

$$\sqrt{\frac{P}{37b}}, \qquad (13).$$

гдѣ P вѣсъ аэроплана въ килограммахъ, а b его наибольшая ширина въ метрахъ. Плечо инерціи измѣрено здѣсь въ метрахъ.

2. Центръ тяжести долженъ лежать надъ центральной линіей, соединяющей двѣ точки, изъ которыхъ первая лежитъ немного впереди центра поддерживающихъ поверхностей, а вторая — ближе къ переднему краю аэроплана. Точное опредѣленіе положенія этихъ точекъ зависитъ отъ характерныхъ величинъ аэроплана и связано съ ними цѣлымъ рядомъ довольно сложныхъ уравненій, изложенныхъ въ приведенныхъ статьяхъ.

---

[1]) См. докладъ автора передъ „Aëronautical Society“. October. 1908.

Нужно признать, что вѣроятная неточность формулы Жоэсселя возбуждаетъ сомнѣніе относительно точности величинъ, вычисленныхъ въ статьѣ капитана Фербера, но не метода.

Если центръ тяжести совпадаетъ съ одной изъ этихъ точекъ, то аэропланъ подвергается двумъ колебаніямъ: одному долгаго періода, и другому—короткаго, и увеличеніе любого изъ нихъ можетъ повлечь за собою крушеніе.

Состояніе аэроплана, движущагося съ опредѣленною начальною скоростью, можно изобразить приблизительно такъ. Непрерывное сопротивленіе стремится замедлить его ходъ и уменьшить его скорость ниже предѣла паренія, а тяжесть впереди центра поверхности заставляетъ переднюю часть снаряда опускаться внизъ. Скорость, пріобрѣтенная подъ дѣйствіемъ тяжести, вызываетъ давленіе на переднюю часть поверхности, и если машина отвѣчаетъ вышеприведеннымъ условіямъ устойчивости, то она приходитъ въ состояніе, въ которомъ сопротивленіе, вызванное результирующею скоростью, какъ разъ уравновѣшиваетъ слагающую тяжести въ направленіи движенія. Пэно показалъ, что уголъ между поддерживающею плоскостью и направленіемъ движенія (l'angle d'attaque) равенъ половинѣ угла между горизонталью и траекторіей, при условіи, что послѣдняя отлично выбрана.

Условіе это удовлетворяется, когда

$$\operatorname{tang}\gamma=\sqrt{\frac{C}{2kS}}\cdot \qquad (14)\ [\text{см. } (7)].$$

Если вслѣдствіе какихъ либо причинъ машина потеряетъ скорость, она начнетъ опускаться и пріобрѣтать кинетическую энергію за счетъ потенціальной до тѣхъ поръ, пока ея скорость не достигнетъ опять требуемой величины. Съ другой стороны, если скорость аэроплана случайно увеличится, онъ станетъ подыматься, причемъ его потенціальная энергія будетъ расти за счетъ кинетической. И этотъ именно обмѣнъ обѣихъ формъ энергій вызываетъ колебанія въ неустойчиво скользящей поверхности. Проф. Брайэнъ и Уильямсъ снимали скользящія поверхности, снабженныя свѣтовыми сигналами, и этимъ путемъ доказали существованіе колебаній долгаго и короткаго періода, но теорія требуетъ еще значительныхъ дополненій, безъ которыхъ она не можетъ быть примѣнена къ болѣе сложнымъ

случаямъ разнообразныхъ комбинацій плоскостей и не можетъ быть настолько упрощена, чтобы ею можно было свободно пользоваться при проектированіи.

Ланчестеръ (Aërial Flight, II томъ и British Association Transactions. Dublin. 1908) даетъ новыя формулы для устойчивости аэроплана и находитъ, что его колебанія трохоидальны[1]).

Практика аэроплановъ. Время не позволяетъ мнѣ дать вамъ здѣсь полное изложеніе теоретическихъ основъ, но самыя вѣрныя изъ нихъ были мною уже приведены; теперь будетъ небезынтересно дать вамъ нѣсколько указаній о томъ, какъ примѣнять теоретическіе выводы къ практическимъ вопросамъ.

При проектированіи аэроплана прежде всего, пожалуй, нужно принять въ соображеніе его вѣсъ W, а затѣмъ требуюмую скорость V. Изъ формулы (8) мы можемъ вычислить поверхность S.

(8) $$W = 2kSV^2 \sin\gamma\cos\gamma.$$

Пусть $\cos\gamma = 1$, такъ какъ уголъ γ незначителенъ, и пусть $\sin\gamma = \frac{1}{3}$, а $2k = 0{,}004$ [2]), въ такомъ случаѣ

$$W = 0{,}0012 SV^2,$$

и

(15) $$S = \frac{W}{0{,}0012\, V^2}$$

Такъ, если V равно 30 футамъ въ секунду (приблизительно 30 миль или 45 километровъ въ часъ), $S = W$, т. е. величина поверхности въ квадратныхъ футахъ равна числу, выражающему вѣсъ въ фунтахъ. Меньшая поверхность потребуетъ большей скорости и обратно.

Можно тоже пользоваться слѣдующимъ практическимъ правиломъ, выведеннымъ изъ наблюденій надъ полетомъ птицъ, согласно которому

(16) $$S \propto W^{2/3}$$

Для опредѣленія требуемаго давленія T мы пользуемся дальше формулами (7) и (8) и получаемъ

(17) $$\frac{T}{W} = \frac{R + CV^2}{W} = \operatorname{tang}\gamma + \frac{C}{2kS\sin\gamma\cos\gamma}$$

---

[1]) См. Engineer, 18 Сентября 1908 г.

[2]) Дважды 0,0017 (см. стр. 116) плюсъ прибавка 0,0006.

для отношенія между давленіемъ и вѣсомъ. Пренебрегая вторымъ членомъ, величина котораго незначительна, или, еще лучше, увеличивая величину перваго члена настолько, чтобы онъ заключалъ въ себѣ поправку на второй членъ, мы можемъ написать приближенно

$$\tang\gamma = \sin\gamma = \frac{1}{3} \text{ или } \frac{1}{4},$$

а потому

$$T = \frac{W}{3 \text{ или } 4}. \qquad (18)$$

Такъ какъ давленіе при хорошемъ пропеллерѣ достигаетъ отъ 30 до 40 фунтовъ на лошадиную силу H, то можно принять

$$40\,H = \frac{W}{4},$$

т. е.

$$W = 160\,H, \qquad (19)$$

гдѣ H выражено въ англійскихъ лошадиныхъ силахъ.

Эту величину слѣдуетъ разсматривать, какъ высшій предѣлъ, и при проектированіи нужно будетъ уменьшить ее вдвое, такъ что двигатель въ 1 лошадиную силу можетъ нести грузъ въ 80 фунтовъ. Въ этомъ направленіи слѣдуетъ ожидать большихъ усовершенствованій.

Современные легкіе типы двигателей Антуанеттъ, Дюфо и Эно-Пельтери развиваютъ около одной лошадиной силы на 3 фунта собственнаго вѣса, а принимая въ разсчетъ потерю на треніе и вѣсъ трансмиссій около одной лошадиной силы на 5 фунтовъ механизмовъ, такъ что вѣсъ двигателя будетъ $5\,H$ фунтовъ, откуда на основаніи формулы (19), видоизмѣненной, какъ указано выше, мы получаемъ для вѣса поверхностей, каркасса и авіатора $75\,H$ фунтовъ, или же только для поверхностей и каркасса, отсчитывая на вѣсъ авіатора 150 фунтовъ,

$$W = (75\,H - 150) \text{ фунтовъ}. \qquad (20)$$

Примѣняя правило, выведенное изъ формулы (15), что $S = W$, находимъ вѣсъ поверхностей и каркасса на квадратный футъ

$$\frac{W}{S} = \frac{75}{80} - \frac{150}{S}. \qquad (21)$$

Для избѣжанія соприкасанія поверхностей ихъ слѣдуетъ располагать одна надъ другой па разстояніи, равномъ по крайней мѣрѣ ихъ ширинѣ, или-же другъ за другомъ съ соблюденіемъ того-же минимальнаго разстоянія.

Положеніе воздухоплавателя и машинъ на аэропланѣ играетъ важную роль. Обыкновенно первый расположенъ впереди. Въ аэропланѣ Райта авіаторъ и машины помѣщены другъ возлѣ друга. Во всякомъ случаѣ положеніе общаго центра тяжести должно отвѣчать правиламъ, выведеннымъ изъ теоріи устойчиваго равновѣсія. Боковое равновѣсіе достигается посредствомъ двуграннаго угла, расположеннаго между поверхностями крыльевъ, или-же килевой поверхности. Капитанъ Ферберъ открылъ законы, позволяющіе вычислить величину и положеніе послѣдней. Управлять приборомъ можно нѣсколькими способами. которые будутъ изложены ниже.

Типы аэроплановъ. Существуетъ нѣсколько типовъ летательныхъ машинъ, но среди нихъ слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на три типа, названіе которыхъ связано съ именами ихъ изобрѣтателей: (a) Шанюта; (b) Ланглея; (c) Райта. Машина Филиппса образуетъ четвертый типъ, но она похожа на машину Шанюта, которую выбрали себѣ за образецъ Фарманъ, Делагранжъ и капитанъ Ферберъ.

a. Типъ аэроплана Шанюта (фиг. 5) состоитъ изъ двухъ узкихъ поверхностей, расположенныхъ другъ надъ другомъ на поперечной оси. Центральная продольная ось соединяетъ эту переднюю раму остова съ заднею, сходной формы, но меньшей величины; послѣдняя иногда раздѣляется перегородками на ячейки на подобіе летающаго змѣя Гарграва. Авіаторъ и двигатель помѣщаются центрально позади переднихъ поверхностей, чтобы центръ тяжести лежалъ впереди средняго центра всѣхъ поверхностей. Летательныя плоскости находятся обыкновенно впереди, а рулевыя плоскости позади. Есть, однако, отступленія отъ этого типа; они будутъ разобраны ниже. Эта машина снабжена однимъ пропеллеромъ.

b. Типъ аэроплана Ланглея (фиг. 6), обыкновенно называемый монопаномъ, состоитъ изъ двухъ паръ крыльевидныхъ поверхностей, отклоненныхъ на $67^1/_2{}^0$ отъ вертикали и, слѣдовательно, заключающихъ между собою двугранный уголъ въ 135^0. Центральная ось снабжена ребрами, на которыхъ расположены

крылья. Двигатель находится между обѣими парами крыльевъ, и оба пропеллера расположены въ продольномъ направленіи.

с. Типъ аэроплана Райта (фиг. 7) состоитъ только изъ двухъ расположенныхъ другъ надъ другомъ поверхностей, какъ въ типѣ Шанюта, безъ хвоста. Переднія летательныя поверхности играютъ роль главныхъ крыльевъ, а заднія вертикальныя — роль рулевыхъ поверхностей. Позади крыльевъ находятся два пропеллера. Этотъ аэропланъ пускается въ ходъ посредствомъ катапулта.

Лавированіе и управленіе. Какъ для лавированія, такъ и для управленія примѣняются правящія поверхности различныхъ формъ. Для обѣихъ цѣлей Ланглей и Людло примѣняли крестообразно сочлененныя поверхности; Фарманъ (фиг. 8), Делангражъ (фиг. 9) и братья Райтъ — расположенныя другъ надъ другомъ пары поверхностей для летанія. Сантосъ-Дюмонъ (фиг. 10) примѣнялъ типъ ячейчатаго змѣя для обѣихъ цѣлей, а Блерьо — направляющія поверхности, вращающіяся около осей на оконечностяхъ, служащихъ крыльями. Скользящій грузъ примѣняется въ скользящихъ поверхностяхъ Вейсса, и я предложилъ грузъ, передвигающійся по грубо нарѣзанному винту. Для поворачиванія употребляются обыкновенно вертикальныя поверхности позади снаряда. Слабымъ наклоненіемъ аэроплана вызывается боковое давленіе, подъ вліяніемъ котораго онъ повертывается, хотя слѣдующее за этимъ уменьшеніе подъемной силы стремится уменьшить высоту его поднятія [1]). Братья Райтъ примѣняютъ для этой цѣли также крученіе главныхъ поверхностей.

Взлетаніе и опусканіе. При пусканіи въ ходъ аэроплана встрѣчаются многія затрудненія. Самое важное изъ нихъ состоитъ въ томъ, что наименьшая скорость, при которой можно удержаться въ воздухѣ, должна быть достигнута раньше, чѣмъ машина подымется съ земли. Если машина разгоняется прямо по гладкому пути, то по мѣрѣ приближенія къ величинѣ наименьшей скорости полета, треніе становится весьма малымъ, и пропульсивный импульсъ сомнительнымъ. Обыкновенно машина отбрасывается назадъ, или наклоняется впередъ, касается земли и теряетъ требуемую скорость, такъ что взлетъ не удается.

---

[1]) См. Renard. Comptes Rendus. 1908.

Лангдею пришлось испытать много трудностей въ этомъ отношеніи. Въ общемъ здѣсь приложимы четыре метода.

1) Взлетаніе по пути, съ котораго аэропланъ не можетъ сойти раньше, чѣмъ не достигнетъ требуемой скорости (Ланглей).

2) Взлетаніе по пути, начиная съ малаго наклона угла плоскостей; достигнувъ скорости, превосходящей minimum для даннаго снаряда, плоскости скоро подымаютъ до тѣхъ поръ, пока величина угла не отвѣтитъ требованіямъ задачи. Избытокъ скорости даетъ требуемое начальное поднятіе (Фарманъ, Делагранжъ, Ферберъ).

3) Взлетаніе съ высоты, предпочтительно внизъ по наклону (Вуазенъ, Ро).

4) Взлетаніе при помощи рамы, которая дѣйствуетъ запасомъ энергіи пружинъ или поднятаго груза, на подобіе катапульта, т. е. метательнаго снаряда (братья Райтъ).

Въ каждомъ изъ приведенныхъ случаевъ приспособленіе для взлета (телѣжка, салазки или метательный снарядъ) могутъ составлять либо нераздѣльную, либо отдѣлимую часть аэроплана. Въ послѣднемъ случаѣ уменьшается подымаемый вѣсъ; но съ другой стороны безъ приспособленія для поднятія приборъ становится безполезнымъ. Были предложены платформы для взлета, снабженныя всѣми необходимыми приспособленіями.

Французскій аэро-клубъ производитъ испытанія летательныхъ машинъ со стальной башни въ Галлереѣ машинъ въ Парижѣ, примѣняя принципъ, приведенный подъ № 3.

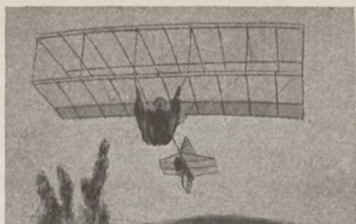
Что касается опусканія на землю, то оно тѣсно связано съ устойчивостью скольженія. Какъ мы видѣли, если грузъ помѣщенъ на соотвѣтственномъ мѣстѣ, колебанія затухаютъ, и машина опускается по наклонной прямой линіи съ равномѣрною скоростью. Машина должна быть снабжена пружинами, способными воспринять энергію удара, отвѣчающую этой скорости и углу.

Геликоптеры. Изъ всего, что было сказано объ аэропланахъ, можно заключить, что интересъ къ геликоптерамъ теперь падаетъ. Они были построены Сантосъ-Дюмонъ, Дюфо (фиг. 11), Крессомъ и др., но результаты, достигнутые до сихъ поръ, незначительны. Ихъ способность легкаго взлета, безъ сомнѣнія, представляетъ большое преимущество, но потеря отъ недоста-

Къ статьѣ Г. Чатлея.

Механическое летаніе.

Физическое Обозрѣніе № 3 — 1909 г.

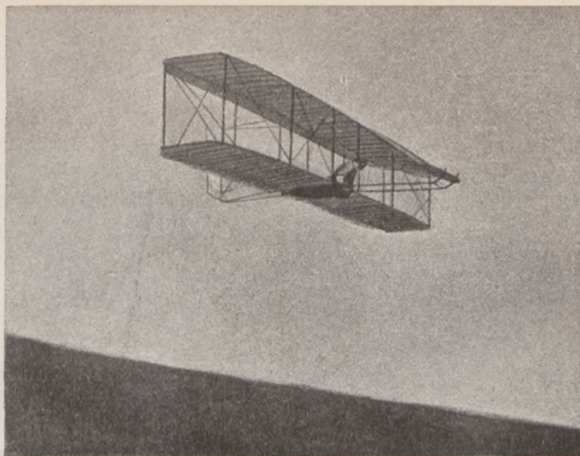





Фиг. 5.
Аэропланъ Шанюта. Опыты летанія.



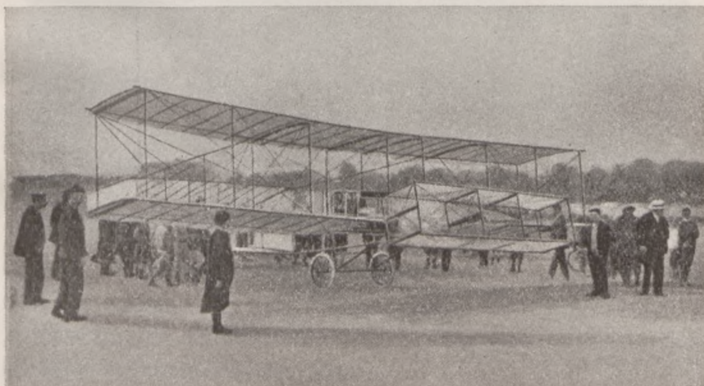
Фиг. 6.
Аэропланъ Ланглея.



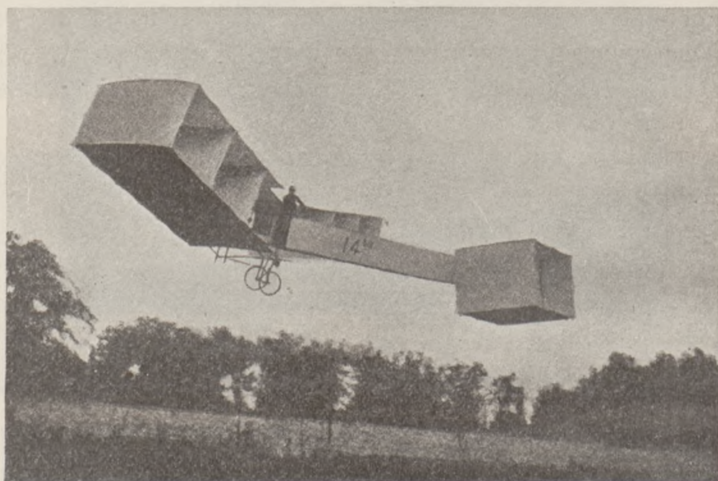
Фиг. 7.
Аэропланъ братьевъ В. и О. Райтъ.



Фиг 8.
Аэропланъ Фармана.

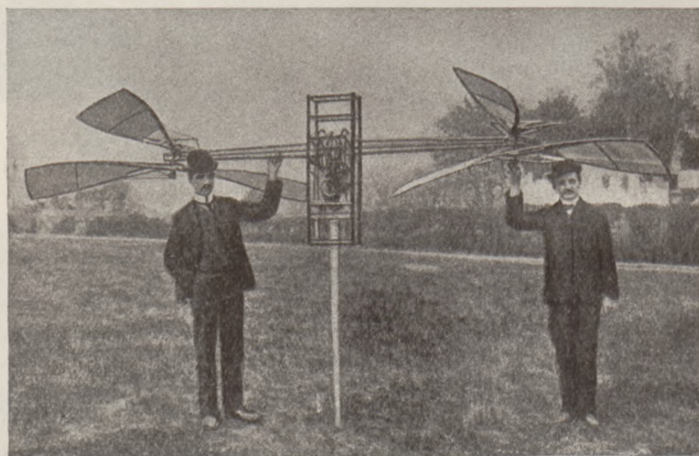


Фиг. 9.
Аэропланъ Делагранжа.



Фиг. 10.

Аэропланъ Сантосъ-Дюмона.



Фиг. 11.

Геликоптеръ Дюфо.

точнаго притока воздуха, отсутствіе разсѣкающаго дѣйствія на послѣдній и необходимость дальнѣйшаго оборудованія для бокового передвиженія являются существенными недостатками. Ранкинъ Кеннеди теперь одинъ изъ самыхъ горячихъ сторонниковъ этого типа; онъ, очевидно, убѣжденъ въ его окончательномъ торжествѣ. Я очень долго интересовался этимъ типомъ, но никакъ не могу сказать, что я считаю его теперь выше аэроплана. Въ статьѣ, только что представленной Аэронавтическому обществу, я разобралъ этотъ вопросъ подробно.

Орнитоптеры. Профессора Марей и Петтигрю показали, что крылья летающихъ птицъ вращаются такъ, что смѣною движеній обезпечивается давленіе какъ впередъ, такъ и внизъ. Изслѣдованія Мульяра, Ланглея, Фитцгеральда и Депре также показали, что большія птицы пользуются пульсаціями вѣтра и его вертикальною слагающей для взлета или опусканія. Лордъ Рэлей далъ простыя правила, относящіяся къ этому вопросу.

Типъ, встрѣчающійся довольно часто, правда только на бумагѣ, это ротаціонная машина, въ которой большое число лопастей приводится въ движеніе валомъ; при ударѣ внизъ они движутся перпендикулярно своимъ плоскостямъ, а при ударѣ вверхъ паралельно имъ и такимъ образомъ производятъ давленіе, результирующая котораго направлена вверхъ. Полезное дѣйствіе такого снаряда всегда гораздо меньше, чѣмъ у аэроплана. Воздушный пароходъ Моя и различныя видоизмѣненія центробѣжнаго вентилятора отвѣчаютъ разобранному здѣсь типу.

Задачи будущаго развитія вопроса. Я уже упоупомянулъ о необходимости дальнѣйшихъ изслѣдованій относительно центра давленія. Недостаетъ тоже свѣдѣній относительно сопротивленія и устойчивости комбинаціи плоскостей и вліянія боковыхъ теченій на пропеллеры и на скользящія поверхности.

Математическій анализъ уравненія движенія аэроплана въ пространствѣ также требуетъ дальнѣйшаго развитія. Необходимы болѣе простыя формы для уравненій устойчивости и траекторіи, и къ этимъ уравненіямъ слѣдуетъ приложить результаты послѣднихъ изслѣдованій относительно сопротивленія (напр. изслѣдованія Эйфеля) и центра давленія; наконецъ, орнитологамъ, опытнымъ въ прикладной механикѣ, предстоитъ задача дальнѣйшаго изученія полета птицъ.

Отношеніе къ войнѣ и торговлѣ[1]). Внезапное развитіе воздухоплаванія вызвало общую ни на чемъ не основанную панику. Въ настоящее время управляемый воздушный шаръ далеко не отличается неуязвимостью, не можетъ подымать больше нѣсколькихъ фунтовъ разрывныхъ снарядовъ и съ большимъ трудомъ попадаетъ въ цѣль. При развѣдкахъ онъ, конечно, можетъ оказать пользу. Аэропланы, пожалуй, могутъ быть теперь примѣнены для нѣкоторыхъ военныхъ цѣлей и въ особенности для передачи депешъ, но еще пройдетъ много времени, пока можно будетъ разсчитывать на ихъ устойчивость во время вѣтра.

Съ коммерческой точки зрѣнія перспектива еще безотраднѣй. Хотя требуемая энергія для перелета только незначительно больше, чѣмъ при сухопутномъ и морскомъ сообщеніи, тѣмъ не менѣе пройдутъ еще многіе годы раньше, чѣмъ можно будетъ разсчитывать на безопасность и правильность воздушнаго сообщенія. Иногда вѣтеръ будетъ оказывать сильное вліяніе на направленіе и время переѣзда. Въ концѣ концовъ, разумѣется, воздушный корабль и летательная машина окажутъ свое вліяніе на жизнь народовъ, но я думаю, что этотъ моментъ наступитъ еще не такъ скоро.

---

[1]) См. статью проф. Ньюкомба. Nineteenth Century Magazine. September. 1908.

Лучъ или поверхность волны?

А. Л. Королькова.

Благодаря великолѣпному изложенію С. Томпсона въ его книгѣ „Свѣтъ видимый и невидимый“, очень многіе стали высказываться за изложеніе всей оптики въ элементарномъ курсѣ съ точки зрѣнія волнъ и притомъ такъ, что на первомъ планѣ является поверхность волны. Если лучъ отразился или преломился, то измѣнилось направленіе поверхности волны; зеркала и чечевицы измѣняютъ кривизну волновой поверхности и т. д.

Проф. Зиловъ закрѣпилъ этотъ взглядъ у насъ, проведя его въ своемъ курсѣ физики съ надлежащею полнотою для всѣхъ случаевъ. При такомъ изложеніи геометрическій лучъ, а съ нимъ и вся геометрическая оптика дѣлаются ненужною пропедевтикою.

Въ настоящей замѣткѣ я хочу указать на невыгодныя стороны такого способа излагать оптику и предлагаю другую форму изложенія.

Всякое знаніе имѣетъ цѣлью установить связь между различнаго рода явленіями (комплексами ощущеній) наиболѣе экономнымъ образомъ: „экономія мышленія“, по Маху, есть главный принципъ, которымъ мы сознательно или невольно руководствуемся при всякаго рода научныхъ и ненаучныхъ изслѣдованіяхъ; при этомъ можетъ случиться, что принципъ экономіи мышленія въ разныхъ случаяхъ создастъ различныя точки зрѣнія. Физику съ этой точки зрѣнія выгодно, напримѣръ, упустить изъ виду неразрывную связь между ощущеніями отъ внѣшнихъ и внутреннихъ причинъ, обособлять „т ѣ л а“ отъ того, что можно назвать „я“. Психологу или философу нельзя допускать такого раздѣленія, не разсмотрѣвъ соотношеній между внѣшнимъ міромъ, „тѣлами“, и внутреннимъ міромъ, „я“. Всегда предпочтительнѣе то міровоззрѣніе, „к о т о р о е с ъ н а и м е н ь-

шею затратою силъ, экономнѣе, чѣмъ всякое другое, удовлетворяетъ современному состоянiю нашихъ знанiй“ [1]).

Не существуетъ абсолютно правильнаго мiровоззрѣнiя; всѣ наши теперешнiя знанiя суть ступени для болѣе совершеннаго знанiя, которое охватитъ большiй комплексъ ощущенiй въ болѣе удобной и экономной формѣ, пока не явится еще болѣе совершенный, т. е. еще болѣе полный и экономный методъ. Вотъ съ этой точки зрѣнiя экономiи труда я и нахожу способъ изложенiя оптики при помощи волновой поверхности неудовлетворительнымъ. Современное состоянiе нашихъ знанiй требуетъ, чтобы нѣкоторые ученики знакомились съ физической природой свѣта; пусть такъ; это нужно далеко не всѣмъ, и кромѣ того, тѣ, которымъ это нужно, уже имѣютъ изъ обыденной жизни реальное представленiе о лучѣ, о тѣни и пр. Поэтому экономнѣе использовать существующiя вѣрныя, но еще неполныя знанiя, дополнивъ ихъ необходимыми элементами, чѣмъ, отбросивъ безъ нужды все знакомое, начать создавать новыя картины и представленiя.

Свѣтовой лучъ имѣетъ вполнѣ реальное физическое значенiе, онъ есть линiя, вдоль по которой надо расположить отверстiя въ экранахъ, между источникомъ свѣта и глазомъ, чтобы свѣтъ попадалъ въ глазъ. Въ геометрической оптикѣ эту линiю считаютъ геометрическою линiею, не имѣющею толщины, т. е. принимаютъ, что характеръ явленiя не измѣнится, какъ бы малы ни были отверстiя въ экранахъ.

Физическая оптика показываетъ, что при уменьшенiи размѣровъ отверстiй ниже извѣстной величины измѣняется характеръ явленiя: свѣтовое дѣйствiе обнаруживается не только вдоль по лучу, но и по многимъ другимъ направленiямъ за экранами. Свѣтовой лучъ въ физическомъ смыслѣ есть не линiя, а тонкая нить, толщина которой одного порядка съ длиною свѣтовой волны. Лучъ свѣта есть прямая линiя въ однородной неограниченной срединѣ, ломаная линiя—въ средѣ ограниченной или состоящей изъ разнородныхъ срединъ, и кривая линiя—въ средѣ, свойства которой измѣняются въ пространствѣ сплошнымъ образомъ.

---

[1]) Э. Махъ. Анализъ ощущенiй и отношенiе физическаго къ психическому. Изд. Скирмунта (стр. 47).

Явленія интерференціи свѣта приводятъ къ необходимости разсматривать это явленіе, какъ періодическое измѣненіе среды. Желая использовать понятіе о лучѣ для объясненія явленія тѣни, удобнѣе взять вмѣсто начала Гюйгенса начало Фермата, заключающееся въ томъ, что всѣ лучи, передающіе колебанія отъ источника S къ какой либо точкѣ A среды, интерферируя, взаимно уничтожаются, кромѣ луча, достигающаго отъ S до A въ наикратчайшее время.

Объясненіе этого начала можетъ быть дано на подобіе того, какъ объясняется въ элементарныхъ курсахъ начало Гюйгенса.

Колебанія, достигающія отъ S до A въ наикратчайшее время или отличающіяся отъ него не болѣе, чѣмъ на полперіода, сообщатъ точкѣ A нѣкоторую амплитуду a_1; колебанія, достигшія до A позднѣе первыхъ на полперіода, сообщатъ точкѣ A амплитуду a_2, противоположную по знаку a_1 и меньшую, чѣмъ a_1, потому что въ колеблющихся точкахъ за большее время распространенія остается меньшая часть энергіи колебаній.

Колебанія, достигшія отъ S до A съ опозданіемъ еще на полперіода, сообщатъ A еще меньшую амплитуду a_3 того-же знака, какъ и a_1 и т. д. Полная амплитуда a точки A выразится равенствомъ

$$a = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \ldots$$

причемъ

$$a_1 > a_2 > a_3 > a_4 > \ldots$$

Перепишемъ первое равенство въ слѣдующихъ видахъ:

$$a = \frac{a_1}{2} + \left[\left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2}\right) - \left(\frac{a_2}{2} - \frac{a_3}{2}\right) + \left(\frac{a_3}{2} - \frac{a_4}{2}\right) \ldots\right],$$

или

$$a = a_1 - [(a_2 - a_3) + (a_4 - a_5) + \ldots].$$

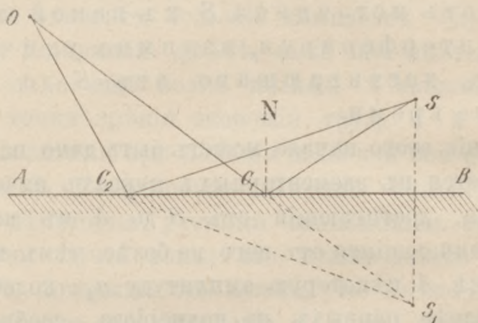
Отсюда увидимъ, что

$$a \begin{array}{l} > \frac{a_1}{2} \\ < a_1 \end{array}.$$

Т. е. амплитуда точки A зависитъ большею частью отъ одного луча, достигающаго до A въ кратчайшее время. Всѣ прочіе лучи попарно почти уничтожаются.

Законы отраженія и преломленія свѣта выводятся изъ начала Фермата очень просто.

Пусть AB фиг. 1-й изображаетъ пересѣченіе плоскости зеркала съ плоскостью чертежа; S свѣтящаяся точка; O положеніе глаза. Среда надъ зеркаломъ однородная и изотропная,



Фиг. 1.

а потому въ кратчайшее время пройдетъ тотъ лучъ SC_1O, для котораго путь будетъ самый короткій по длинѣ: въ изотропной средѣ кратчайшему пути будетъ отвѣчать и наименьшая продолжительность пути.

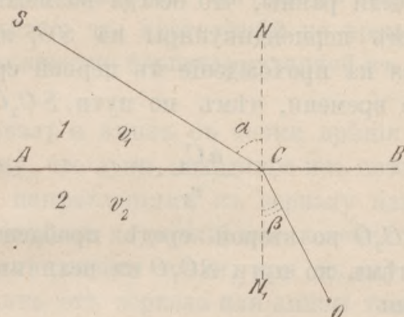
Построимъ точку S_1, лежащую на перпендикулярѣ SS_1 къ зеркалу, на такомъ-же разстояніи за зеркаломъ, на какомъ S лежитъ передъ зеркаломъ, и проведемъ прямую линію OC_1S_1. Путь SC_1O будетъ самый короткій и по длинѣ, и по времени, потому что этотъ путь равенъ по длинѣ прямой S_1O:

$$SC_1 + C_1O = S_1C_1 + C_1O = S_1O.$$

Прямая же S_1O короче ломаной $S_1C_2O = SC_2 + C_2O$, представляющей путь всякаго другого луча, идущаго отъ S къ O. Только лучъ SC_1O вызоветъ колебаніе въ O; дѣйствіе всѣхъ прочихъ лучей, идущихъ изъ S, вродѣ луча SC_2O, будетъ уничтожено другими лучами.

Изъ вышесказаннаго построенія видно, что $< SC_1B = = < S_1C_1B = < OC_1A$, т. е. лучи падающій и отраженный одинаково наклонены къ зеркалу, а потому и дополнительные къ предыдущимъ углы паденія SC_1N и отраженія NC_1O равны между собою. Всякій лучъ, идущій изъ S внѣ плоскости SS_1O, пройдетъ болѣе длинный путь, чѣмъ SC_1O, и потому также не окажетъ дѣйствія на O; лучъ падающій и отраженный лежатъ поэтому въ плоскости перпендикулярной къ зеркалу.

Законы преломленія свѣта выводятся на основаніи начала Фермата слѣдующимъ образомъ. Пусть линія AB фиг. 2-й изображаетъ плоскость раздѣла двухъ срединъ 1 и 2. Въ первой срединѣ

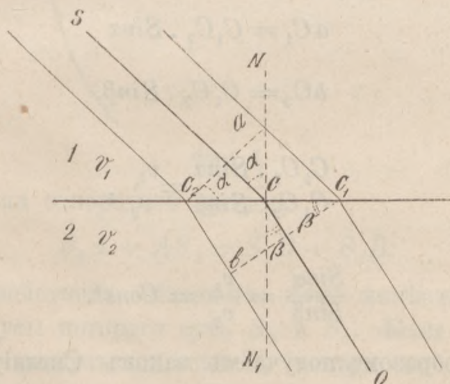


Фиг. 2.

колебанія передаются со скоростью v_1, а во второй срединѣ со скоростью v_2. Въ самое короткое время изъ точки S въ точку O пройдетъ лучъ SCO по такой ломаной линіи, для которой

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_1}{v_2}.$$

Для доказательства этого положенія допустимъ, что лучъ SCO есть дѣйствительно тотъ, который достигаетъ изъ S въ O



Фиг. 8.

въ кратчайшее время. Тогда лучъ SC_1O фиг. 3-ей, идущій правѣе SCO, и лучъ SC_2O, идущій лѣвѣе SCO, оба потребуютъ

болѣе времени, чѣмъ SCO, для достиженія изъ S въ O. Выберемъ оба луча SC_1O и SC_2O безконечно близкими къ SCO и притомъ такъ, чтобы времена, потребныя для прохожденія пути SC_1O и SC_2O, были равны, что всегда возможно. Изъ точекъ C_2 и C_1 опустимъ перпендикуляры на SC_1 и OC_2. По пути SC_1O потребуется на прохожденіе въ первой средѣ добавочнаго пути aC_1 болѣе времени, чѣмъ по пути SC_2O, на величину

$$\frac{aC_1}{v_1}.$$

По пути SC_2O во второй средѣ пройденъ будетъ болѣе длинный путь, чѣмъ по пути SC_1O на величину C_2b, на что потребуется время

$$\frac{C_2b}{v_2}.$$

Условіе равнаго времени для путей SC_1O и SC_2O выразится уравненіемъ

$$\frac{aC_1}{v_1} = \frac{C_2b}{v_2}.$$

Вслѣдствіе безконечно малаго разстоянія между лучами SC_1, SC, SC_2 и C_1O, CO, C_2O уголъ aC_2C_1 равенъ углу паденія α, а уголъ $bC_1C_2 = \beta$. Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ aC_2C_1 и bC_2C_1 получимъ

$$aC_1 = C_1C_2 \,.\, Sin\alpha$$

и

$$bC_2 = C_1C_2 \,.\, Sin\beta.$$

Поэтому

$$\frac{C_1C_2 \,.\, Sin\alpha}{C_1C_2 \,.\, Sin\beta} = \frac{v_1}{v_2},$$

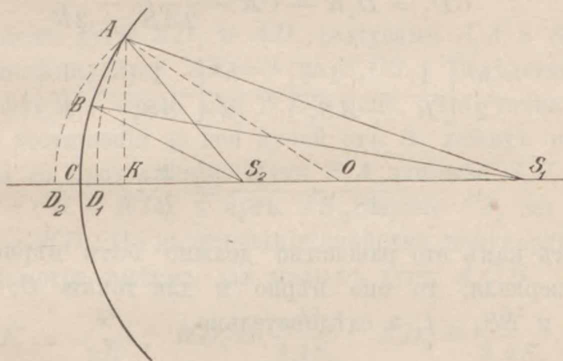
или

$$\frac{Sin\alpha}{Sin\beta} = \frac{v_1}{v_2} = Const.$$

Такимъ образомъ получаемъ законъ Снелліуса-Декарта для двухъ изотропныхъ срединъ. Понятно, что путь SCO въ плоскости перпендикулярной къ плоскости AB раздѣла срединъ есть кратчайшій по времени, по сравненію съ путемъ во всякой другой плоскости. Поэтому лучъ падающій и преломленный

лежатъ въ одной плоскости съ перпендикуляромъ къ плоскости раздѣла срединъ. Если средина 1 или 2 не изотропны, то скорость распространенія колебаній по различнымъ направленіямъ можетъ быть различна; въ такомъ случаѣ возможно и такое обстоятельство, что кратчайшій по времени путь можетъ не лежать въ плоскости перпендикулярной къ поверхности раздѣла срединъ.

Теорія зеркалъ и линзъ съ точки зрѣнія начала Фермата сводится къ тому, что лучи, исходящіе изъ свѣтящейся точки по всевозможнымъ направленіямъ къ зеркалу или линзѣ, всѣ одновременно достигаютъ до точки, являющейся дѣйствительнымъ изображеніемъ свѣтящейся точки, или въ случаѣ мнимаго изображенія выходятъ отъ зеркала или линзы такъ, какъ будто бы они одновременно вышли изъ мнимаго изображенія. Въ случаѣ, напримѣръ, собирательнаго зеркала лучи, исходящіе изъ S_1, фиг. 4-я, путемъ S_1AS_2 или S_1BS_2, достигаютъ до S_2 одновременно.



Фиг. 4.

Для случая однородной средины

$$S_1A + AS_2 = S_1B + S_2B.$$

Этимъ свойствомъ обладаетъ, какъ извѣстно, эллипсоидъ вращенія, фокусы котораго суть S_2 и S_1. Если зеркало ABC сферическое, а радіусъ его есть R, центръ его въ O, то для случая малыхъ угловъ паденія α на зеркало легко вывести формулу зеркалъ изъ условія, что лучи, выходящіе изъ точки S_1, достигаютъ до сопряженной точки S_2 всѣ одновременно. Выберемъ путь S_1AS_2 и путь по оптической оси S_1CS_2. Про-

ведя дуги AD_1 и AD_2 радіусами AS_1 и AS_2 около центровъ S_1 и S_2, увидимъ, что для равенства путей S_1AS_2 и S_1CS_2 необходимо, чтобы

$$CD_1 = CD_2.$$

Опустимъ изъ точки A перпендикуляръ $AK = h$ на ось CS_1, тогда увидимъ, что

$$CK = \frac{h^2}{2R - CK}$$

или для малой кривизны и малаго CK сравнительно съ $2R$

$$CK = \frac{h^2}{2R}; \quad D_1K = \frac{h^2}{2AS_1}$$

$$CD_1 = CK - D_1K = \frac{h^2}{2R} - \frac{h^2}{2AS_1},$$

а

$$CD_2 = D_2K - CK = \frac{h^2}{2AS_2} - \frac{h^2}{2R}.$$

Поэтому

$$\frac{h^2}{2}\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{AS_1}\right] = \frac{h^2}{2}\left[\frac{1}{AS_2} - \frac{1}{R}\right],$$

или

(1) $$\frac{1}{AS_1} + \frac{1}{AS_2} = \frac{2}{R}.$$

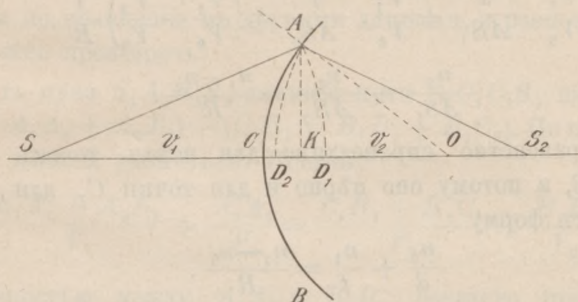
Такъ какъ это равенство должно быть вѣрно для всѣхъ точекъ зеркала, то оно вѣрно и для точки C, для которой $CS_1 = d$ и $CS_2 = f$, а слѣдовательно,

(2) $$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}.$$

Сравнивая равенства (1) и (2), видимъ, что для центральныхъ угловъ величины AS_1 и d отличаются на малыя величины второго порядка малости по сравненію съ d, а потому и AS_2 должно отличаться отъ f на величины второго порядка малости по сравненію съ f, т. е. всѣ лучи, падающіе на зеркало по всевозможнымъ направленіямъ, пересѣкутся между собою почти въ одной точкѣ.

Для случая двухъ срединъ, раздѣленныхъ сферической поверхностью ACB (фиг. 5), имѣющею радіусъ R и центръ въ

O, выводъ формулы на основаніи начала Фермата приметъ слѣдующій видъ. Пусть въ первой средѣ скорость распространенія свѣта есть V_1, а во второй средѣ V_2. Свѣтъ исходитъ изъ точки S_1, удаленной отъ C на разстояніе $CS_1 = d$, и требуется найти такую точку S_2, до которой одновременно достигаютъ лучи отъ S_1 путемъ $S_1 C S_2$ и какимъ либо путемъ $S_1 A S_2$; разстояніе CS_2 назовемъ черезъ f.



Фиг. 5.

Проведемъ дуги AD_1 и AD_2 радіусами S_1A и S_2A и опустимъ перпендикуляръ $AK = h$ на S_1CS_2. Вслѣдствіе симметричности фигуры около оси S_1CO ясно, что точка S_2 одновременнаго достиженія до нея лучей отъ S_1 лежитъ на прямой S_1O или на ея продолженіи. Путь S_1A длиннѣе S_1C на величину $CD_1 = CK + KD_1$, а путь AS_2 короче CS_2 на величину $CD_2 = CK - KD_2$. Но на основаніи свойства полухорды $AK = h$ и частей діаметра имѣемъ для малыхъ дугъ ACB

$$CK = \frac{h^2}{2R}\,;\;\; KD_1 = \frac{h^2}{2AS_1}\,;\;\; KD_2 = \frac{h^2}{2AS_2}.$$

Условіе равенствъ временъ для путей S_1AS_2 и S_1CS_2 требуетъ, чтобы

$$\frac{CD_1}{V_1} = \frac{CD_2}{V_2},$$

или

$$\frac{h^2}{2V_1}\left[\frac{1}{R} + \frac{1}{AS_1}\right] = \frac{h^2}{2V_2}\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{AS_2}\right].$$

По сокращеніи на общихъ множителей получимъ

$$\frac{1}{V_1}\cdot\frac{1}{AS_1} + \frac{1}{V_2}\cdot\frac{1}{AS_2} = \left[\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right]\frac{1}{R}.$$

Умноживъ обѣ части равенства на $\frac{V_1 V_2}{V_0}$, гдѣ V_0 есть скорость свѣта въ пустотѣ и $\frac{V_1}{V_0} = n_1$ есть показатель преломленія первой средины, а $\frac{V_2}{V_0} = n_2$ показатель преломленія второй средины, получимъ

$$\frac{V_2}{V_0} \cdot \frac{1}{AS_1} + \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{1}{AS_2} = \left(\frac{V_1}{V_0} - \frac{V_2}{V_0}\right) \frac{1}{R},$$

или

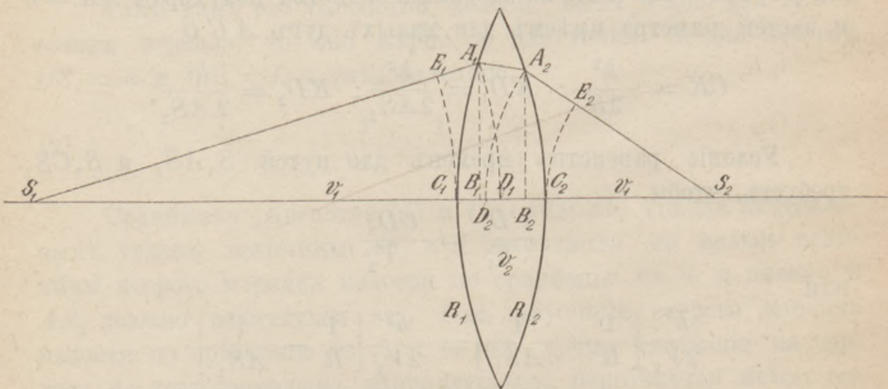
$$\frac{n_2}{AS_1} + \frac{n_1}{AS_2} = \frac{n_1 - n_2}{R}.$$

Это равенство справедливо для всѣхъ точекъ поверхности ACB, а потому оно вѣрно и для точки C, для которой оно приметъ форму

$$\frac{n_2}{d} + \frac{n_1}{f} = \frac{n_1 - n_2}{R}.$$

Такъ какъ для центральныхъ лучей d и AS_1 отличаются другъ отъ друга на величины второго порядка малости по отношенію къ d, то и AS_2 отличается отъ f на величины второго порядка малости по отношенію къ f, т. е. всѣ лучи, исходящіе изъ S_1, пересѣкутся въ одной точкѣ S_2 съ точностью до малыхъ величинъ второго порядка по отношенію къ f.

Для случая тонкихъ линзъ выводъ можетъ быть сдѣланъ независимо отъ предыдущаго вывода слѣдующимъ образомъ.



Фиг. 6.

Требуется отыскать такую точку S_2, въ которую одновременно попадаютъ лучи $S_1C_1C_2S_2$, $S_1A_1A_2S_2$ и всякіе лучи, прошед-

шіе черезъ линзу. Вслѣдствіе симметричности путей по отношенію къ линіи центровъ точка S_2 лежитъ на линіи центра, если S_1 лежитъ на этой прямой. Радіусы поверхностей A_1C_1 и A_2C_2 суть R_1 и R_2.

Высота $h = A_1B_1 = A_2B_2$ точекъ A_1 и A_2 надъ осью S_1S_2 для тонкихъ линзъ одинакова, потому что A_1 и A_2 близки къ совпаденію. Отрѣзокъ A_1A_2 и его проекція B_1B_2 на ось S_1S_2 оба малы по сравненію съ другими длинами, и разностью между ними можно пренебречь.

Путь луча $S_1A_1A_2S_2$ длиннѣе пути $S_1C_1C_2S_2$ на величину $(E_1A_1 + A_1A_2 + A_2E_2) - (C_1B_1 + B_1B_2 + B_2C_2)$. По времени эти пути не должны разниться. Поэтому

$$\frac{E_1A_1 + A_2E_2}{V_1} + \frac{A_1A_2}{V_2} = \frac{C_1B_1 + B_2C_2}{V_2} + \frac{B_1B_2}{V_2}.$$

Разностью между A_1A_2 и B_1B_2, согласно предыдущему, можно для тонкой линзы пренебречь. Тогда

$$\frac{1}{V_1}(E_1A_1 + A_2E_2) = \frac{1}{V_2}(C_1B_1 + B_2C_2).$$

Описавъ дуги окружностей A_1D_1 и A_2D_2 радіусами S_1A_1 и S_2A_2, получимъ на основаніи свойства отрѣзковъ діаметра и полухорды h, для малыхъ кривизнъ дугъ A_1C_1 и A_2C_2

$$E_1A_1 = C_1D_1 = C_1B_1 + B_1D_1 = C_1B_1 + \frac{h^2}{2.S_1A_1}$$

и

$$A_2E_2 = C_2D_2 = B_2C_2 + B_2D_2 = B_2C_2 + \frac{h^2}{2.S_2A_2}.$$

Съ другой стороны

$$C_1B_1 = \frac{h^2}{2R_1}\ ;\ B_2C_2 = \frac{h^2}{2R_2}.$$

Поэтому

$$\frac{1}{V_1}\left[C_1B_1 + B_2C_2\right] + \frac{1}{V_1}\cdot\frac{h^2}{2}\left[\frac{1}{S_1A_1} + \frac{1}{S_2A_2}\right] =$$

$$= \frac{1}{V_2}[C_1B_1 + B_2C_2],$$

или

$$\frac{1}{V_1}\cdot\frac{h^2}{2}\left[\frac{1}{S_1A_1} + \frac{1}{S_2A_2}\right] = \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right)\cdot\frac{h^2}{2}\cdot\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right].$$

Сокращая общихъ множителей и замѣчая, что правая часть есть величина постоянная, получаемъ для всѣхъ точекъ линзы, а значитъ и для точки C, для которой $S_1C_1 = d$ и $S_2C_2 = f$, уравненіе

$$\frac{1}{V_1}\left(\frac{1}{d}+\frac{1}{f}\right)=\left(\frac{1}{V_2}-\frac{1}{V_1}\right)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right),$$

которое легко привести къ формѣ, обычной для тонкой линзы, если обозначить показателя преломленія матеріала линзы черезъ $n = \frac{V_1}{V_2}$, а именно

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right).$$

И здѣсь легко убѣдиться, что для данной точки S_1, отстоящей отъ линзы на разстояніи d, разстояніе S_2 отъ линзы, характеризуемое фокуснымъ разстояніемъ f, получается одно и то-же для всѣхъ лучей, падающихъ на линзу, съ точностью до малыхъ величинъ второго порядка малости по отношенію къ f. При этомъ выводѣ мы опять избѣгли необходимости замѣнять S_1A_1 черезъ S_1C_1 или S_2A_2 черезъ S_2C_2; единственное допущеніе заключается въ томъ, что линза тонка, и что точки A_1 и A_2, B_1 и B_2 такъ близки другъ къ другу, что разностью $A_1A_2 - B_1B_2$ можно пренебречь (не A_1A_2 или B_1B_2, а разностью между ними), а разстоянія A_1B_1 и A_2B_2 между собою равны.

Изъ приведенныхъ примѣровъ, число которыхъ могло-бы быть значительно увеличено, видно, что изложеніе оптики съ точки зрѣнія начала Ферма очень упрощается и во всякомъ случаѣ выигрываетъ въ смыслѣ сближенія пріемовъ, употребляемыхъ въ геометрической и физической частяхъ оптики.

Физическая Лабораторія
Михайловской Артиллерійской Академіи.
С.-Петербургъ.

Наука и практическія задачи будущаго.

Ф. Л. Никольса[1]).

Въ бывшей недавно конференціи для обсужденія вопроса о сохраненіи запасовъ энергіи въ природѣ, созванной по приглашенію президента Соединенныхъ Штатовъ, уже раздавались слова предостереженія относительно угрожающаго истощенія запасовъ угля, дерева, руды и плодородія почвы. Будемъ-ли мы считать вѣрными или нѣтъ цифры, приведенныя тамъ экспертами, несомнѣнно одно, что приближается время, когда доступныхъ намъ запасовъ не достанетъ, и когда въ ближайшемъ будущемъ намъ придется встрѣтиться съ трудно разрѣшимыми дилеммами.

Нѣкоторые факты вполнѣ ясны.

1. Несдержанная расточительность, выразившаяся въ истребленіи бизоновъ, уничтоженіи лѣсовъ, истощеніи почвы, исчезновеніи изъ нашихъ прибрежныхъ морей и нашихъ рѣкъ рыбъ, составлявшихъ прежде обильный источникъ для питанія жителей, пусканіе на воздухъ невѣроятнаго количества неиспользованнаго топлива изъ сотни тысячъ очаговъ,—должна прекратиться, если мы не хотимъ, чтобы слѣдующія за нами поколѣнія постигла катастрофа. Предупрежденіе этихъ и безчисленныхъ другихъ проявленій жадности, какъ отдѣльныхъ лицъ, такъ и обществъ, составляетъ задачу экономистовъ и законодателей, но они едва-ли могутъ справиться съ нею, если не призовутъ на помощь науку.

2. Бережливость и умѣренность могутъ только отдалить дни бѣдствія. Истощеніе нашихъ запасовъ угля и нефти должно неизбѣжно наступить рано или поздно. Лѣса можно вновь на-

---

[1]) Рѣчь проф. Ф. Л. Никольса, бывшаго президента Американскаго Общества для преуспѣянія наукъ, читанная на собраніи въ Балтиморѣ въ декабрѣ 1908 года.

садить и почвѣ можно возвратить ея плодородіе, но все-же человѣчеству предстоитъ задача продолжать культурный строй жизни безъ помощи тѣхъ запасовъ энергіи, собранныхъ медленнымъ дѣйствіемъ природы, которыми мы пользуемся въ настоящее время. Эту задачу необходимо рѣшить раньше окончательнаго истощенія нашего наслѣдственнаго капитала.

3. Задача эта не представляется неразрѣшимой, такъ какъ ежегодный притокъ солнечной энергіи, еслибы мы только умѣли ее использовать, не выжидая результатовъ медленной работы природы, былъ-бы вполнѣ достаточенъ для всѣхъ нуждъ будущихъ обитателей нашей планеты. Измѣренія постоянной солнечной радіаціи показываютъ, что каждый кв. метръ земной поверхности получаетъ непрерывно около 2,18 килоуатовъ энергіи, т. е. болѣе семи съ половиной милліоновъ лошадиныхъ силъ на кв. милю. Въ настоящее время въ Соединенныхъ Штатахъ потребляются около восьмидесяти милліоновъ лошадиныхъ силъ или одна лошадиная сила на человѣка. Эта величина, вѣроятно, будетъ возрастать быстрѣе, чѣмъ ростъ населенія, но ясно, что небольшой части солнечной радіаціи достаточно для удовлетворенія всѣхъ людскихъ нуждъ.

По ходу дѣла надо принять, что обиліе доступной энергіи скоро станетъ главнымъ факторомъ всякаго матеріальнаго прогресса. Получить ее, въ виду истощенія угля и нефти, будетъ первой необходимостью. Успѣхъ этотъ, необходимый въ ближайшемъ будущемъ для благосостоянія человѣчества, можетъ быть достигнутъ только при помощи науки. Одного искусства и изобрѣтательности будетъ недостаточно, какъ бы они ни были развиты. Изобрѣтатель и механикъ могутъ только примѣнять къ практикѣ матеріалъ, доставляемый ученымъ, и при истощеніи запаса научныхъ знаній, цивилизація должна остановиться.

Объ этихъ то основныхъ отношеніяхъ науки къ прогрессу нашей цивилизаціи я и хотѣлъ говорить вамъ нынче. Фактъ, что матеріальный прогрессъ основанъ на наукѣ, повидимому, мало разъясненъ. Обыкновенно полагаютъ, что всѣми улучшеніями быта, которыми мы пользуемся въ большей мѣрѣ, нежели наши предки, мы обязаны изобрѣтателямъ и лицамъ, примѣняющимъ къ дѣлу ихъ измышленія. Я не хочу уменьшать заслугъ такъ называемыхъ практическихъ людей, но людямъ надо разъяснить, что примѣнять къ практикѣ можно только то,

что предварительно открыто учеными, и что единственный путь къ дальнѣйшимъ улучшеніямъ матеріальныхъ условій жизни, это дальнѣйшее развитіе чистой науки.

Чистый продуктъ науки, употребляя это слово въ самомъ широкомъ смыслѣ, это знаніе; побочными продуктами являются техническія искусства, включая сюда изобрѣтенія, всѣ отрасли механики и инженернаго дѣла и современную промышленность. Однако, не всѣ роды промышленности достигли степени техническаго искусства. Выжигать лѣса, чтобы выгнать дичь, и этимъ добыть себѣ обѣдъ, тоже своего рода промышленность. Тотъ же характеръ имѣютъ многіе виды широкой промышленности: земледѣліе, истощающее почву; вырубка деревьевъ, истребляющая лѣса и при этомъ иногда изсушающая рѣки и способствующая образованію овраговъ; обжиганіе кокса, производимое съ потерей 40% тепловой энергіи угля. Добываніе силы изъ угля при посредствѣ парового котла и тому подобныя производства мы до сихъ поръ считаемъ за высоко развитое техническое искусство; но при этомъ, какъ бы ни были выгодны условія производства, мы превращаемъ въ полезную работу менѣе, чѣмъ 10% скрытой въ топливѣ энергіи. Если конечная цѣль даннаго производства—полученіе свѣта, то при нашихъ современныхъ методахъ мы тратимъ еще 90% или болѣе первоначальной работы; такимъ образомъ мы употребляемъ съ пользой не болѣе части 1%. Все это извинительно, покуда господствуетъ невѣжество, но становится преступнымъ по своимъ результатамъ и недопустимымъ въ высоко культурномъ обществѣ. Наука открываетъ пути для постепенной замѣны этихъ варварскихъ методовъ болѣе совершенными и раціональными процессами, но часто устарѣлые пріемы продолжаютъ вредить общественному благосостоянію, потому что приносятъ выгоды отдѣльнымъ людямъ или корпораціямъ. Въ этомъ случаѣ мы также должны обратиться къ наукѣ, чтобы создать просвѣщенное общественное мнѣніе, которое скоро положитъ конецъ подобнымъ злоупотребленіямъ.

Страна, имѣющая много изслѣдователей, будетъ имѣть и много изобрѣтателей. Научная атмосфера, достаточно густая, чтобы распростираться на всю массу общества, дастъ должное направленіе многимъ практически настроеннымъ умамъ. Гдѣ господствуетъ наука, тамъ будетъ и побочный продуктъ ея:

технологія. Общества, обладающія наиболѣе основательными научными познаніями, дадутъ наибольшій итогъ дѣйствительно практичныхъ изобрѣтеній. Народы, получающіе знаніе изъ вторыхъ рукъ, должны довольствоваться тѣмъ, что идутъ въ хвостѣ прогресса. Тамъ, гдѣ здравыя научныя понятія распространены въ народѣ, расточительныя усилія полуобразованныхъ людей будутъ не такъ опасны. Исканіе вѣчнаго движенія, попытки обойти второй законъ термодинамики, и поощреніе стремленій къ невозможному,—все это только признаки невѣжества народа.

Современныя изобрѣтенія очень близки къ чистой лабораторной наукѣ, и связь эта съ каждымъ днемъ увеличивается. Ничего, повидимому, не можетъ быть отвлеченнѣе въ своихъ первыхъ зачаткахъ, какъ изученіе электрическихъ волнъ. Въ теченіе многихъ лѣтъ оно считалось прекраснымъ предметомъ для умозрительныхъ изслѣдованій физиковъ-теоретиковъ. Затѣмъ въ рукахъ Герца и его послѣдователей электрическія волны стали увлекательнымъ предметомъ изслѣдованій для людей, посвятившихъ себя чистой наукѣ. Внезапно этотъ предметъ перешелъ въ область конкурирующей промышленности, благодаря смѣлому и практическому человѣку, который не удовольствовался тѣмъ, что электрическія волны можно передавать въ лабораторіяхъ изъ одной комнаты въ другую, но задумалъ посредствомъ такихъ волнъ пересылать человѣческую мысль чрезъ океаны.

На каждой ступени своего развитія факты, дѣлавшіе безпроволочный телеграфъ возможнымъ, были заимствованы изъ чистой науки.

Въ то время, какъ Маркони только пытался приспособить аппаратъ Риги къ передачи депешъ на далекое разстояніе, Поповъ уже употреблялъ антены и когереры при изученіи колебательныхъ разрядовъ атмосфернаго электричества. Въ тепловомъ детекторѣ Фессендена почти невидимо тонкія платиновыя нити, приготовленныя много лѣтъ назадъ Воластономъ для устройства перекрестныхъ нитей въ телескопѣ, получили новое примѣненіе. Свинцовое дерево, извѣстное какъ простой и красивый опытъ на лекціяхъ, послужило основаніемъ для устройства пріемника сигналовъ Де-Форреста. Другая форма электролитическаго детектора, введенная самостоятельно какъ

пріемникъ въ безпроволочномъ телеграфѣ Шлемильхомъ и Фрееландомъ (Vreeland), можетъ быть прослѣжена до прерывателя Венельта [1]). Новѣйшій магнитный пріемникъ Маркони не болѣе какъ остроумное видоизмѣненіе аппарата Рутерфорда для изученія электрическихъ волнъ, а послѣдній, въ свою очередь, основанъ на классическомъ опытѣ Іосифа Генри надъ вліяніемъ разряда лейденской банки на намагниченіе стальныхъ швейныхъ иголъ.

Излишне было бы приводить другіе примѣры. Въ исторіи науки и изобрѣтеній ихъ тѣсная связь между собой выясняется повсюду. Развитіе науки всегда было академическое. Родина ея въ университетахъ. Отъ Галилея и Ньютона и до нашихъ временъ люди, положившіе основанія, на которыхъ зиждется наша цивилизація, почти всѣ были учителями и профессорами.

Существуютъ только немного достойныхъ вниманія исключеній, какъ Дарвинъ, столѣтіе рожденія котораго мы только что отпраздновали. Каждая отрасль науки имѣетъ немногочисленный рядъ независимыхъ изслѣдователей: Франклина, Румкорфа, Карно, Джоуля и др., по физикѣ. Но почетный списокъ дѣятелей науки заполненъ преимущественно академическими преподавателями.

Разсматривая мѣсто, которое Америка занимаетъ въ наукѣ, необходимо обратить вниманіе на ея научныя учрежденія не какъ на педагогическія, но какъ на центры самостоятельныхъ изслѣдованій и сравнить ихъ съ иностранными учрежденіями такого же рода. Въ Соединенныхъ Штатахъ меньше людей науки, чѣмъ слѣдовало бы, потому что Штаты не обладаютъ до сихъ поръ университетами, гдѣ достаточно заботились бы и поощряли бы самостоятельныя научныя работы. Когда въ одномъ изъ нихъ человѣкъ отличится выдающейся научной работой, то его часто производятъ въ деканы, ректоры, или даже президенты заведенія, и такимъ образомъ отвлекаютъ отъ дѣла изслѣдованія, обѣщавшаго ему, можетъ быть, славную карьеру. Онъ бываетъ принужденъ посвятить себя административнымъ

---

[1]) Замѣтимъ, что явленіе, происходящее въ этомъ прерывателѣ, открыто Н. П. Слугиновымъ въ С.-Пет. университетѣ въ 1879 г. Сдѣлать правильно дѣйствующій прерыватель онъ не могъ, такъ какъ не располагалъ токами сильнѣе 9 амп.

заботамъ, которыя можно бы съ успѣхомъ поручить кому либо другому, не приспособленному къ болѣе важному дѣлу увеличенія запаса знаній въ мірѣ. Выходитъ, какъ будто власти хотятъ сказать: *X* написалъ превосходную книгу, мы сдѣлаемъ его бухгалтеромъ; или *Y* становится настоящимъ геніемъ въ живописи, мы увеличимъ его жалованіе и заставимъ его все время красить деревянныя части университетскаго зданія. Но зло не ограничивается тѣмъ, что нѣсколько блестящихъ умовъ приносятъ въ жертву. Оно идетъ глубже. Начальникъ каждаго отдѣла, маленькій деканъ, обремененъ массой административныхъ мелочей. Онъ долженъ наблюдать все-ли, что находится подъ его вѣдѣніемъ, идетъ, какъ слѣдуетъ, не для одного успѣха преподаванія, но для достиженія иныхъ цѣлей, только затрудняющихъ его.

Въ этомъ превозношеніи административныхъ способностей надъ творческими, гораздо болѣе рѣдкими и драгоцѣнными, наши университеты выказываютъ ту-же слабость, какъ и наши промышленныя заведенія, гдѣ управляющій или главный завѣдующій обыкновенно получаетъ гораздо большее жалованіе и считается болѣе важнымъ, чѣмъ самый искусный техникъ. И тамъ, и тутъ мы видимъ извѣстное стараніе достигнуть успѣха и экономіи въ производствѣ и въ полученіи вполнѣ образцоваго продукта. Это ведетъ въ обоихъ случаяхъ къ уничтоженію индивидуальности и къ стерилизаціи усилій. Въ университетахъ это задерживаетъ, а не поощряетъ изслѣдованія; въ промышленности —убиваетъ оригинальность. Я желалъ бы, чтобы во всякомъ высшемъ учебномъ заведеніи, въ канцеляріяхъ, вывѣшено было изреченіе одного знаменитаго ученаго: „Нельзя вести университетъ, какъ лѣсопильню“.

Если кто будетъ сомнѣваться въ отвѣтственности американскихъ университетовъ за неудачу науки въ Америкѣ, то пусть онъ обратитъ вниманіе на исторію астрономіи въ нашей странѣ. На эту науку почему то было обращено болѣе вниманія, чѣмъ на другія. Устраивались обсерваторіи въ колледжахъ, гдѣ не было лабораторій и библіотекъ; богатые люди жертвовали на это большія суммы. И всѣ эти заботы, хотя скромныя сначала, дали прекрасные результаты, и американская астрономія заняла подобающее мѣсто въ міровой наукѣ. Позднѣе, правда, появилась мода и на лабораторіи, но ихъ руководителямъ никогда не давалось достаточно свободнаго времени для занятій наукой.

Недавнее событіе въ педагогическомъ мірѣ хорошо показываетъ малую заботливость нашихъ академій о преуспѣяніи науки. Глава одного изъ нашихъ лучшихъ, богатѣйшихъ высшихъ учебныхъ заведеній объявилъ, что, благодаря щедрому пожертвованію, учреждается десять профессорскихъ каѳедръ исключительно для самостоятельныхъ изслѣдованій, что эти каѳедры снабжены всѣми удобствами и средствами, какъ въ германскихъ университетахъ, и не обременены ни большимъ числомъ лекцій, ни сношеніями со студентами.

Въ дѣйствительности же ничто не мѣшало ни этому университету, ни сотнѣ другихъ имѣть не десять такихъ каѳедръ, а сдѣлать для всѣхъ профессоровъ доступными научныя изслѣдованія. Увы, этому мѣшаетъ глубоко укоренившееся и непоколебимое убѣжденіе учебныхъ властей, что учрежденія, находящіяся въ ихъ вѣдѣніи, предназначены для какихъ то другихъ цѣлей.

Истинный университетъ, съ точки зрѣнія научной производительности, есть общество лицъ, посвятившихъ себя исключительно развитію знаній. Каждый изъ нихъ, съ головы до ногъ, долженъ быть изслѣдователемъ. Всѣ доходы университета должно тратить на содѣйствіе успѣхамъ наукъ, т. е. на знанія. Обученіе юношества—необходимый факторъ въ этомъ дѣлѣ, и потому также составляетъ функцію университета. Обученіе это должно быть предоставлено ученымъ изслѣдователямъ не только потому, что ихъ надо будетъ имѣть много, но и потому, что развитіе науки, какъ оно будетъ пониматься въ будущемъ, приведетъ къ тому, что она не останется чисто академической, а будетъ болѣе и болѣе проникать въ жизнь народа.

Съ точки зрѣнія американскихъ учрежденій, такое опредѣленіе университета—чисто революціонное, но его нельзя считать утопическимъ и неосуществимымъ, такъ какъ именно на такихъ идеалахъ основаны наиболѣе успѣшно работающіе университеты въ мірѣ.

Германія въ теченіе столѣтія послѣдовательно развивала свои университеты, какъ центры изслѣдованій, и, поощряя въ нихъ культуру чистой науки, довела германскую цивилизацію до той высокой степени, на которой она теперь стоитъ.

Я не проповѣдую переноса цѣликомъ нѣмецкихъ или другихъ европейскихъ методовъ въ страну, гдѣ существуютъ совершенно другія условія, я забочусь только объ основныхъ

принципахъ университетскаго устройства. Во всѣхъ отрасляхъ общественной дѣятельности должны примѣняться полнѣйшія и новѣйшія научныя знанія. Нельзя дозволять далѣе практикѣ такъ сильно отставать отъ теоріи; чтобъ онѣ могли идти рука объ руку, общественныя работы и частныя предпріятія необходимо поручать свѣдущимъ людямъ. Въ то же время развитіе наукъ должно поощрять всѣми способами.

Условія для максимума научной производительности могутъ быть достигнуты только въ идеально устроенномъ университетѣ. Всѣ попытки вырабатывать науку машиннымъ способомъ обречены на неудачу. Синдикаты для разработки наукъ потерпятъ крушеніе на тѣхъ же подводныхъ скалахъ, какъ и американская система обученія. Никакая автократическая организація не поощряетъ развитія научнаго мышленія, никакія учрежденія, основанныя на коммерческихъ началахъ, господствующихъ въ настоящее время, не дадутъ обильныхъ результатовъ. Вы можете заключить условіе на постройку моста согласно извѣстнымъ требованіямъ. При постройкѣ или эксплоатаціи желѣзной дороги хорошо организованный штатъ съ главноуправляющими, надсмотрщиками и разработанной системой производства работъ можетъ дать желаемый результатъ. Но никто не можетъ опредѣлить заранѣе условій научнаго открытія; никто не можетъ заказать его къ опредѣленному сроку и за опредѣленную сумму. Никакой служащій не можетъ быть нанятъ для этого за какое бы то ни было жалованіе.

Для ученаго изслѣдователя соображенія, которыя я привелъ, неважны. Наука сама по себѣ достаточно привлекаетъ его; но для всего общества очень важно понимать, что увеличеніе знаній никогда не останется безполезнымъ или неважнымъ; что прогрессъ зависитъ отъ научной производительности; что царство науки, которую мы должны развивать, если желаемъ продолжать процвѣтать, имѣетъ лозунгомъ: свобода, равенство и братство.

Міровое господство, въ ближайшемъ будущемъ, обусловливается знаніемъ, а не побѣдами на поляхъ битвъ, а то, что нынче тратится на вооруженіе, должно идти на развитіе знанія; этотъ путь ведетъ къ тому состоянію, когда вопросомъ дня будетъ не преобладаніе одного народа надъ другимъ, а возможность для всего человѣчества сохранить власть надъ землей.

Приливы и отливы земной коры и ея твердость.

Ш. Лаллемана.

Вслѣдствіе неравенства разстояній луны и солнца отъ различныхъ точекъ земного шара въ океанахъ происходятъ очень сложныя колебанія, извѣстныя подъ именемъ приливовъ и отливовъ; одни изъ нихъ, дневные и полудневные, зависятъ отъ вращенія земли около своей оси; другіе, мѣсячные и полумѣсячные, зависятъ отъ мѣсячнаго вращенія луны вокругъ земли; затѣмъ годовые и полугодовые зависятъ отъ годичнаго вращенія земли вокругъ солнца и т. д. Отсюда становится яснымъ, что и твердая часть земного шара подъ вліяніемъ указанныхъ причинъ можетъ испытывать подобныя-же движенія, и весь вопросъ сводится къ тому, какъ ихъ измѣрить.

Что касается морей, то точки сравненія легко найти на берегахъ; не то происходитъ при изученіи движеній земной коры, на которой положеніе наблюдателя можно сравнить съ рыбакомъ въ лодкѣ среди открытаго океана: у нихъ нѣтъ точекъ сравненія. Вотъ почему очень долгое время изученіе приливовъ и отливовъ земной коры считалось неосуществимымъ.

Трудность можно, однако, обойти съ двухъ сторонъ: или сравнивая между собою, согласно указаніямъ сэра В. Томсона-лорда Кельвина, даннымъ въ 1877 г., среднюю амплитуду лунныхъ приливовъ въ нѣсколькихъ портахъ съ соотвѣтственною теоретическою амплитудою; или-же измѣряя дневное отклоненіе маятника подъ дѣйствіемъ луны на землю и сравнивая его съ теоретическимъ отклоненіемъ.

Если бы земля была недеформирующимся твердымъ тѣломъ, то наблюдаемая въ томъ и другомъ случаѣ амплитуда была бы равна теоретической амплитудѣ; а если бы земля была жидкою, то ея поверхность всегда оставалась бы нормальною къ измѣняющейся отвѣсной линіи, и тогда нельзя было-бы замѣтить ни прилива, ни кажущагося отклоненія отъ вертикали.

Истина лежитъ между этими двумя крайними гипотезами. Правда, есть простое соотношеніе, указанное въ 1907 г. Швейдаромъ, между коэффиціентомъ твердости земного шара и множителемъ приведенія приливовъ и отклоненій. Такъ какъ оба явленія—деформація земной коры и отклоненіе маятника или океаническій приливъ—дополняютъ другъ друга, то, зная относительное значеніе одного изъ нихъ, можно по разности опредѣлить другое.

Океаническіе приливы подвержены возмущеніямъ метеорологическаго характера, и теоретическій разсчетъ основанъ здѣсь на недостовѣрныхъ гипотезахъ. Въ 1877 г. В. Томсонъ опредѣлилъ этимъ путемъ на основаніи 33 наблюденій надъ приливами Индійскаго океана множитель приведенія $K = 0,7$ и вычислилъ твердость земного шара $n = 7,65 \times 10^{11}$ *C. G. S.* Въ 1907 г. Швейдаръ изъ 194 наблюденій, сдѣланныхъ въ Индіи, Франціи, Норвегіи и т. д., нашелъ $K = 0,65$ и $n = 6 \times 10^{11}$ *C. G. S.*

Отклоненіе маятника, напротивъ того, можетъ быть вычислено точно, но очень долго считали измѣреніе его невозможнымъ. Таковы попытки: д'Аббади (1837), Буке де ла Гри (1874), В. Томсона (1878), Г. и Г. Дарвиновъ (1879), Вольфа (1883). Величина этого отклоненія менѣе 0,01″ и, кромѣ того, она маскируется кажущимся дневнымъ отклоненіемъ, которое въ сто разъ больше и которое обусловлено деформаціей поверхностныхъ слоевъ коры подъ вліяніемъ солнечнаго лучеиспусканія.

Желая покончить съ первою трудностью, вертикальный маятникъ замѣнили горизонтальнымъ; сюда можно причислить работы Цёлльнера (1872), ф. Ребёръ-Пашвица (1892—1893), Кортацци (1893—1895), Эллерта (1901—1902). Изъ всѣхъ этихъ наблюденій Швейдаръ вычислилъ $K = 0,67$ и $n = 6,3 \times 10^{11}$ *C. G. S.*

Съ другой стороны Геккеру (1902—1907) удалось значительно уменьшить второе возмущающее вліяніе, помѣстивъ приборъ въ Потсдамѣ на глубину 25 метровъ въ землю и почти уничтоживъ вліяніе солнечнаго лучеиспусканія на результаты наблюденій, комбинируя среднія величины наблюденій черезъ промежутки времени въ 12 часовъ.

Съ помощью двухъ маятниковъ въ формѣ креста можно получить обѣ составляющія эллиптическаго движенія вертикали, начертить кривую и сравнить ее съ теоретическою. Въ опытахъ Геккера было замѣчено уменьшеніе амплитуды K и твердости n земного шара, которыя измѣняются въ зависимости отъ азимута, а именно:

Направленіе $N—S$: $K = 0{,}4$; $n = 1{,}5 \times 10^{11}$ *C. G. S.*

Направленіе $E—W$: $K = 0{,}7$; $n = 8{,}0 \times 10^{11}$ *C. G. S.*

Подобная разница могла быть объяснена на основаніи гипотезы, согласно которой земной шаръ при своемъ охлажденіи принялъ форму, производную отъ тетраэдра, коего три вершины лежали въ сѣверномъ полушаріи: массивы Европы, Азіи, Сѣверной Америки, а четвертая—у Южнаго полюса, также занятаго континентомъ.

Въ такомъ тѣлѣ твердость въ направленіи реберъ больше, чѣмъ въ направленіи перпендикулярномъ. Потсдамъ немного удаленъ отъ ребра Европа—Азія означеннаго тетраэдра.

Кромѣ этого, средній коэффиціентъ приведенія амплитуды отклоненій маятника за пять лѣтъ наблюденій $K = 0{,}55$, а коэффиціентъ соотвѣтственныхъ деформацій земной коры равенъ $1 - K = 0{,}45$. Такъ какъ по Лапласу нормальный океаническій приливъ равенъ $\pm 0{,}5$ метра, то дневной приливъ земной коры долженъ быть примѣрно около $\pm 0{,}20$ метра. Наконецъ, было замѣчено, что земные полюсы колеблются на земной поверхности; максимумъ амплитуды равенъ 7 метрамъ, а періодъ равенъ 436 днямъ. Согласно теоріи, этотъ періодъ былъ бы равенъ по вычисленіямъ Эйлера 305 днямъ, если бы земной шаръ былъ абсолютно твердымъ; если-бы онъ былъ пластиченъ, то по Ньюкомбу періодъ удлинился-бы; при твердости $n = 12 \times 10^{11}$ *C. G. S.* Герглотцъ въ 1905 г. вычислилъ продолжительность этого періода въ 436 дней. Но если согласиться съ Вихертомъ, что земная кора съ плотностью 3,2 покрываетъ твердое ядро съ плотностью 8,2, и что ея толщина равна 0,22 земного радіуса, то тогда

твердость коры $n = 1 \times 10^{11}$,

твердость ядра $n = 20 \times 12^{11}$.

Малая величина перваго числа, повидимому, служитъ доказательствомъ того, что между внѣшнею корою и ядромъ существуетъ пластическій слой, который какъ бы уменьшаетъ твердость коры. Этотъ слой обязанъ своимъ происхожденіемъ уменьшенію вязкости, зависящему отъ уменьшенія давленія вблизи земной поверхности.

Bulletin de la Société française de Physique № 291, 1909.

Обстановка преподаванія физики въ среднеучебныхъ заведеніяхъ въ Пруссіи.

А. Гутцмера[1]).

Комиссія, которая уже нѣсколько лѣтъ, начиная со съѣзда въ Меранѣ, работаетъ надъ улучшеніемъ преподаванія математики и естествознанія въ Германіи, собрала на этотъ разъ цѣнныя данныя относительно современной обстановки преподаванія физики въ Пруссіи. Въ отвѣтъ на свои запросы она получила 319 сообщеній отъ гимназій (г.) и 134 – отъ реальныхъ училищъ (р. у.), которыя и сгруппировала въ особыя рубрики, сообразно своему опросному списку.

Первый вопросъ. Есть-ли у васъ отдѣльный физическій классъ? Какова его площадь? Каково наибольшее число учениковъ въ классѣ? Общее число уроковъ физики въ недѣлю? Число преподающихъ физику учителей? Есть-ли экспериментальный столъ? Газопроводъ, водопроводъ, водоотливы, электрическій токъ? Какой токъ: постоянный, или-же перемѣнный? Есть-ли проекціонный фонарь и съ какимъ источникомъ свѣта? Возможны-ли опыты съ солнечнымъ свѣтомъ?

Отвѣты. Въ большинствѣ заведеній есть отдѣльный физическій классъ; изъ всего числа только 11 гимназій и 5 реальныхъ училищъ оказались безъ физическаго класса. Вмѣстимость этихъ классовъ въ общемъ очень мала; на одного ученика не приходится и 1 m^2. Оборудованы они въ общемъ до-

---

Извлеченіе изъ доклада:

[1]) Reformvorschläge unterbreitet der Naturforscher Versammlung zu Dresden. 1907. Allgemeiner Bericht von A. Gutzmer in Halle.

вольно удовлетворительно; такъ, экспериментальныхъ столовъ не оказалось только въ 40 г. и 1 р. у.; газопровода не оказалось въ 27 г. и 1 р. у.; водопровода не оказалось въ 48 г. и 4 р. у.; вытяжныхъ шкаповъ не оказалось въ 183 г. и 70 р. у.

Электрическій токъ проведенъ въ 137 г. и въ 107 р. у. Приспособленія для проекціоннаго фонаря на лицо въ 245 г. и въ 113 р. у.; изъ нихъ въ 30 случаяхъ освѣщеніе керосиновое, въ 63—газокалильное, спиртокалильное или ацетиленовое; рѣдко встрѣчается друмондовъ свѣтъ и чаще всего работаетъ электрическій токъ. Въ 164 г. и въ 112 р. у. возможно пользоваться также и солнечнымъ свѣтомъ.

Второй вопросъ. Есть-ли особое помѣщеніе для приборовъ? Какова его площадь? Не пользуетесь-ли вы корридоромъ?

Отвѣты. Въ большинствѣ случаевъ такое помѣщеніе есть; но въ 23 г. и 5 р. у. его не оказалось; тамъ, гдѣ оно есть, оно достаточно велико, и только въ 27 г. и 11 р. у. оно было около 20 m^2. Корридорами пользуются въ 46 г. и 6 р. у.

Третій вопросъ. Есть-ли особое помѣщеніе для приготовленія классныхъ опытовъ? Какова его площадь? Не служитъ-ли въ качествѣ препараторской комнаты физическій кабинетъ или физическій классъ?

Отвѣты. Препараторская комната существуетъ только въ 55 г. и 27 р. у.

Четвертый вопросъ. Есть-ли мастерская при кабинетѣ? Или-же она помѣщается вмѣстѣ съ собраніемъ приборовъ?

Отвѣты. Мастерская имѣется только въ 12 г. и 14 р. у., да и то не всегда въ отдѣльной комнатѣ.

Пятый вопросъ. Какъ велика сумма, ежегодно отпускаемая на содержаніе физическаго кабинета? Постоянна она, или-же перемѣнна? Указать отпуски денегъ за послѣдніе пять лѣтъ, постоянные и временные.

Отвѣты. Отпускаемыя суммы весьма различны; такъ, въ 22 г. ежегодно отпускаютъ всего около 200 марокъ; въ 100 г. оно доходитъ до 301 м. Реальныя училища, вообще, получаютъ бо̀льшія суммы, чѣмъ гимназіи. Максимальное ассигнованіе достигаетъ до 600 м. и, какъ исключеніе, можно указать ассигнованіе въ 2,000 м. въ Кельнѣ и въ 2,100 м. во Франкфуртѣ на

Майнѣ. Временныя пособія сравнительно съ штатными суммами не велики.

Шестой вопросъ. Кто исправляетъ испорченные приборы? Есть-ли мѣстный механикъ? Не приходится-ли посылать приборы въ починку въ другіе города?

Отвѣты. Часто исправленіемъ своихъ приборовъ занимаются сами учителя, но въ виду сложности работъ чаще приходится отдавать приборы въ ремонтъ спеціалистамъ механикамъ. Въ большихъ городахъ ремонтъ не затруднителенъ, но въ маленькихъ найти подходящаго механика не легко, и потому приборы нужно отправлять въ другіе города, что невыгодно отзывается на небольшомъ бюджетѣ кабинета. Такихъ гимназій оказалось 180 и реальныхъ училищъ 46.

Седьмой вопросъ. Введены-ли практическія занятія по физикѣ? Есть-ли для этого помѣщеніе? Какъ оно велико? Сколько рабочихъ мѣстъ? Работаютъ-ли ученики въ физическомъ классѣ или въ физическомъ кабинетѣ? Сколько учениковъ работало въ 1907—1908 учебномъ году?

Отвѣты. Практическія занятія налажены въ 30 заведеніяхъ: 6 г. и 24 р. у. Особое помѣщеніе пока составляетъ рѣдкое явленіе; оно встрѣчается только въ новыхъ зданіяхъ, а именно: въ Берлинѣ въ реальныхъ гимназіяхъ Андрея (48 $м^2$ на 20 практикантовъ) и Фридриха (58,6 $м^2$ на 20 практикантовъ); въ Альтонѣ (47,5 $м^2$), Франкфуртѣ на Майнѣ (55,5 $м^2$), Ганау (47 $м^2$), Саарбрюкенѣ (53,9 $м^2$), Гамбургѣ (73,7 $м^2$). Въ остальныхъ заведеніяхъ практическія занятія происходятъ въ классѣ или въ кабинетѣ. Съ 1906 г. число заведеній, въ которыхъ идутъ практическія занятія, увеличилось, такъ какъ прусское министерство народнаго просвѣщенія стало ежегодно отпускать на этотъ предметъ по 25,000 марокъ. Къ сожалѣнію, всюду испытываютъ затрудненіе въ помѣщеніи.

Восьмой вопросъ. Охотно-ли ведутъ практическія занятія г. преподаватели? Оплачивается-ли ихъ трудъ?

За желательность введенія практическихъ занятій по физикѣ высказалось 233 г. и 86 р. у., что вмѣстѣ съ уже существующими занятіями составляютъ 75% для гимназій и 82% для реальныхъ училищъ. Эти числа показываютъ, какое высокое значеніе придаютъ въ Германіи практическимъ занятіямъ по физикѣ и насколько охотно преподаватели берутся за это

трудное и хлопотливое дѣло. Но всѣ требуютъ для этого мѣста и денегъ на расходы. 173 учебныхъ заведенія высказались въ томъ смыслѣ, что для учителя часы практическихъ занятій должны считаться служебными, такъ какъ они требуютъ большого напряженія силъ. Кромѣ того, были выражены пожеланія, чтобы для этихъ занятій было отводимо подходящее время, но не въ ущербъ теоретическому курсу физики и безъ обремененія учащихся.

Рѣшеніе этой трудной задачи одни приводили къ тому, чтобы практическія занятія по физикѣ помѣстить въ число необязательныхъ предметовъ, и чтобы ученики работали одновременно группами по всѣмъ необязательнымъ предметамъ; другіе-же предлагали сократить на 1 часъ 5 часовой курсъ математеки съ 2 часовымъ курсомъ черченія и уступить этотъ часъ подъ практическія занятія по физикѣ, присоединивъ къ нему еще 1 часъ отъ англійскаго языка. 9 заведеній стояли за свободу участія учениковъ въ практическихъ занятіяхъ; 12—предлагали ограничивать каждую группу практикантовъ всего 12 участниками; 4—требовали отдѣльнаго служителя для уборки помѣщенія и чистки аппаратовъ.

Девятый вопросъ. Кто слѣдитъ за порядкомъ въ физическомъ кабинетѣ и кто поддерживаетъ въ немъ чистоту?

Отвѣты. Чаще всего забота о порядкѣ и чистотѣ лежитъ на завѣдующемъ кабинетомъ преподавателѣ физики и только въ очень рѣдкихъ случаяхъ есть отдѣльный служитель. Въ одной Берлинской гимназіи особый служитель приходитъ на $1^1/_2$ часа 2 раза въ недѣлю, за что и получаетъ дополнительное вознагражденіе; въ Шарлоттенбургѣ помогаетъ при чисткѣ и уборкѣ приборовъ истопникъ; въ Штеглицѣ и Эссенѣ основательная чистка и пересмотръ приборовъ дѣлаются разъ въ годъ при содѣйствіи наемнаго механика; во Франкфуртѣ въ Образцовой школѣ на эту статью отпускаютъ особый кредитъ, а тамъ-же въ гимназіи императора Фридриха есть уже штатный механикъ; въ Боннѣ завѣдующій получаетъ вознагражденіе за управленіе кабинетомъ.

Десятый вопросъ. Каковы ваши желанія для улучшенія преподаванія физики?

Отвѣты на эти вопросы очень разнообразны, и мы ихъ распредѣлимъ на слѣдующія 5 группъ.

а Штатная сумма на преподаванiе физики и управленiе кабинетомъ.

1. 59 заведенiй потребовали увеличенiя ежегодно отпускаемой штатной суммы; размѣры этихъ требованiй весьма различны, въ зависимости отъ типа заведенiя и состоянiя его кабинета.

2. Заведенiя, не имѣющiя постоянной штатной суммы для нуждъ физики, просятъ объ учрежденiи штатнаго ассигнованiя на каждый годъ.

3 Назначенная сумма для физическаго кабинета должна находиться въ свободномъ распоряженiи учителя, завѣдывающаго кабинетомъ, который обязанъ лишь разъ въ годъ дать отчетъ въ ея израсходованiи.

4. Завѣдывающiй долженъ получать вознагражденiе за время, потраченное на управленiе физическимъ кабинетомъ. Оно можетъ выразиться или приплатою къ нормальному содержанiю, или сокращенiемъ числа обязательныхъ часовъ, идущихъ въ счетъ его нормальнаго содержанiя. Въ двухъ учебныхъ заведенiяхъ такое вознагражденiе уже выдается.

5. Два заведенiя выразили пожеланiе, чтобы у преподавателя физики число обязательныхъ служебныхъ часовъ было сокращено еще и въ виду того, что они тратятъ много времени на приготовленiе классныхъ опытовъ.

б. Помѣщенiе и собранiе приборовъ.

6. Заявлены многiя жалобы на то, что при возведенiи новыхъ построекъ строители не справляются съ мнѣнiями ни директора заведенiй, ни преподавателей-спецiалистовъ. Вслѣдствiе этого, распредѣленiе и устройство учебныхъ помѣщенiй не находится въ соотвѣтствiи съ современными наличными требованiями.

7. 45 заведенiй заявили о тѣснотѣ своихъ помѣщенiй и о необходимости ихъ увеличить и лучше оборудовать; 30—просили объ особой препараторской для подготовленiя опытовъ и 10—хотѣли имѣть свою мастерскую. 7 гимназiй заявили о необходимости отдѣльнаго помѣщенiя для преподаванiя химiи, такъ какъ отъ дѣйствiя химическихъ препаратовъ очень страдаютъ физическiе приборы. Въ реальныхъ училищахъ это раздѣленiе, за самыми рѣдкими исключенiями, существуетъ вездѣ.

Слѣдуетъ отмѣтить, что въ нѣкоторыхъ заведенiяхъ устроены маленькiя астрономическiя обсерваторiи. Счастливо выдѣ-

ляется въ этомъ отношеніи Королевская гимназія имени Вильгельма въ Магдебургѣ, гдѣ есть даже вращающійся куполъ и темное помѣщеніе.

8. Въ связи съ девятымъ вопросомъ 31 заведеніе высказалось за необходимость назначенія въ помощь преподавателю достаточно подученнаго служителя, если не постояннаго, то приходящаго въ опредѣленные дни и часы. Такой человѣкъ могъ бы сразу обслуживать нѣсколько учебныхъ заведеній. Лучше, конечно, имѣть для этой цѣли механика.

9. Выписка приборовъ, въ особенности въ провинціи, представляетъ многія трудности, потому что приходится выписывать по каталогу, не видѣвши этихъ приборовъ въ дѣйствіи.

Одни учебныя заведенія выражали пожеланіе, чтобы для этой цѣли было устроено центральное бюро, въ которомъ всѣ необходимые для преподаванія приборы испытывались-бы и затѣмъ рекомендовались-бы. Другія шли дальше и думали, что необходимо устроить музей физическихъ приборовъ, въ которомъ всякій преподаватель могъ-бы знакомиться съ лучшими приборами и даже работать съ ними[1]). Наконецъ, нѣкоторыя заведенія высказывались за устройство періодическихъ выставокъ при хорошо оборудованныхъ кабинетахъ въ большихъ городахъ. Одно учебное заведеніе въ Берлинѣ предлагало даже устройство такого музея, въ которомъ были-бы собраны не только болѣе дешевые приборы, необходимые для преподаванія, но и другіе, причемъ эти послѣдніе могли-бы быть отдаваемы на прокатъ.

10. Два заведенія предложили ввести періодическія ревизіи физическихъ кабинетовъ и ихъ оборудованія при посредствѣ правительственныхъ комиссаровъ-спеціалистовъ.

в. Учебные планы и распредѣленіе часовъ.

11. 10 гимназій заявили объ увеличеніи числа часовъ для преподаванія физики, что соотвѣтствуетъ предложеніямъ Учебной комиссіи, сдѣланнымъ на съѣздѣ въ Меранѣ, а 6 реальныхъ гимназій настаивали на увеличеніи числа часовъ только въ первомъ концентрѣ на 1 ч.

---

[1]) См. Уставъ Образцоваго Физическаго Кабинета при Кіев. Учеб. Округѣ. Физ. Обозр. 1908. стр. 160.

12. Нѣсколько заведеній потребовали раздѣльнаго преподаванія физики въ двухъ старшихъ классахъ, а не совмѣстнаго, причемъ число учениковъ въ классѣ должно быть уменьшено сравнительно съ существующимъ; наибольшее число ихъ было 46.

13. Было сдѣлано нѣсколько заявленій о ненормальномъ положеніи физики въ ряду другихъ учебныхъ предметовъ; она должна быть введена въ число предметовъ испытанія на зрѣлость. Физика должна быть главнымъ предметомъ; если этого права не захотятъ даровать одной физикѣ, то хотя бы дали его для физики и химіи вмѣстѣ.

14. Другое распредѣленіе учебнаго матеріала по классамъ. Уже по уставу 1901 г. въ старшихъ классахъ распредѣленіе учебнаго матеріала зависитъ отъ преподавателя, но и въ младшемъ концентрѣ учебное начальство разрѣшаетъ отступленія отъ нормальнаго плана. Весь вопросъ, однако, въ наилучшемъ распредѣленіи матеріала и въ видоизмѣненіи самаго матеріала; многіе предлагаютъ останавливаться больше на приложеніяхъ, какъ это проведено вь учебникѣ физики Крумма.

15. Преподаваніе физики и математики должно быть сосредоточено въ рукахъ одного и того-же преподавателя; въ этомъ случаѣ можно ожидать, что преподаваніе математики будетъ облегчать преподаваніе физики, напримѣръ, краткимъ введеніемъ началъ дифференціальнаго исчисленія.

16. Однако, единство преподаванія и единство управленія физическимъ кабинетомъ налагаютъ ограниченіе на предъидущее пожеланіе; поэтому все преподаваніе физики должны вести не болѣе трехъ лицъ.

17. Въ интересахъ преподавателя и преподаванія расписаніе уроковъ должно быть составлено такимъ образомъ, чтобы за часъ до урока физическій классъ былъ свободенъ для соотвѣтственной экспериментальной подготовки. Въ реальной гимназіи имени Доротеи въ Берлинѣ это желаніе уже давно осуществлено.

18. Одинъ изъ уроковъ въ недѣлю долженъ быть такъ назначенъ, чтобы учитель вмѣстѣ съ учениками могъ удобно посѣщать мастерскія и заводы или заниматься по вечерамъ наблюденіями неба.

д. Образованіе учителей.

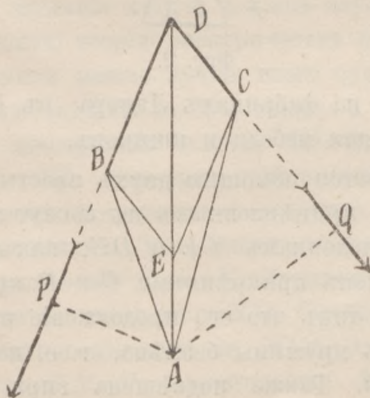
19. Слѣдуетъ возбуждать и поощрять подготовляющихся къ преподаванію физики молодыхъ людей, давая имъ возможность учиться работать по дереву, металлу и стеклу. Такія знанія очень цѣнны потомъ при преподаваніи въ маленькихъ городкахъ. Въ Берлинѣ въ зданіи „Старой Ураніи" такіе курсы уже организованы; хорошо было-бы имѣть подобныя же учрежденія и въ другихъ городахъ.

Приборъ для моментовъ силъ.

В. В. Лермантова.

Съ той поры, какъ въ гимназическомъ курсѣ физики изложеніе основъ механики было отнесено къ концу, студенты 1-го семестра, являющіеся на практическія занятія по физикѣ въ университетѣ, стали упорно уклоняться отъ работъ, гдѣ для разсчета нужно вводить понятіе о моментахъ силъ. Поэтому явилась настоятельная надобность въ спеціальномъ опытѣ, иллюстрирующемъ это понятіе.

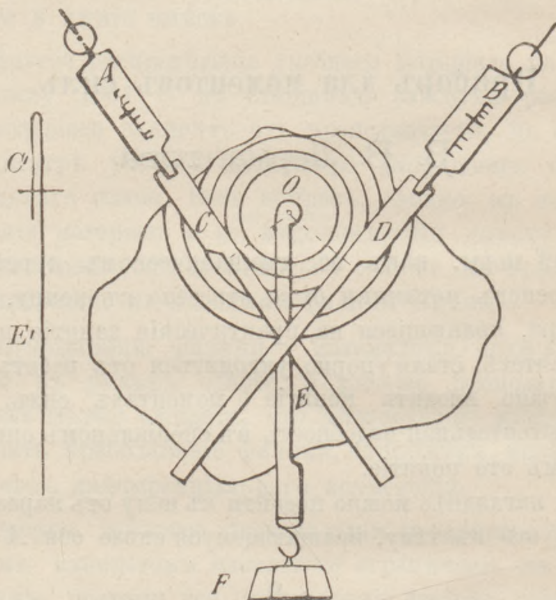
Всего нагляднѣе можно подойти къ нему отъ параллелограмма силъ. Пусть къ тѣлу, вращающемуся около оси A (фиг. 1),



Фиг. 1.

перпендикулярной къ плоскости фигуры, приложены гдѣ нибудь силы P и Q. Перенесемъ ихъ точки приложенія въ D и построимъ параллелограммъ $BDCE$; если діагональ DE проходитъ чрезъ A, тѣло останется въ равновѣсіи. Если опустить перпендикуляры AP и AQ, то произведенія $AP \times BD = AQ \times DC$, такъ какъ это двойная поверхность равномѣрныхъ треугольниковъ ABD и ADC.

Этотъ чертежъ можно осуществить (фиг. 2). Тѣло вырѣзано изъ крѣпкой легкой тройной склееной фанеры, какую те-



Фиг. 2.

перь заготовляютъ на фабрикахъ Лютера въ Ревелѣ и Кочнева въ Петербургѣ для мебели и ящиковъ.

Силы измѣряются помощью двухъ простыхъ пружинныхъ безмѣновъ A и B, прицѣпленныхъ къ согнутымъ въ видѣ вилокъ желѣзнымъ палочкамъ CE и DE, какъ показано сбоку въ $C'E'$. Ниже точекъ прикрѣпленія C и D край полоски срѣзанъ на половину, такъ что его продолженіе проходитъ черезъ геометрическую ось пружины безмѣна, т. е. направленъ вдоль дѣйствующей силы. Также подвѣшена гиря F въ точкѣ O. Если F фунтовъ 5 или больше, то вліяніе вѣса частей прибо-

ра становится незамѣтнымъ, и всѣ три ребра пересѣкаются въ одной точкѣ E, несмотря на намѣренное измѣненіе наклона AC и BD. Чтобы легче было измѣрять разстоянія направленій силъ отъ неподвижной точки O, около нея проведенъ рядъ концентрическихъ круговъ на разстояніяхъ въ 1 сантиметръ одинъ отъ другого. Согласіе получается удовлетворительное. Подложивъ листокъ бумаги и прочертивъ направленія краевъ линеекъ, можно вычертить параллелограммъ и получить иллюстрацію закона параллелограмма силъ.

Замѣчу при случаѣ, что приборъ нельзя называть приборомъ для доказательства: получится, собственно говоря, опроверженіе, а не доказательство, потому что равенство численныхъ произведеній можетъ получиться только случайно или благодаря ловкости демонстратора. Но изъ этого опыта можно понять реальное значеніе теоремы моментовъ относительно оси.

Послѣ этого предварительнаго опыта, студентамъ предлагается опредѣленіе собственной мощности, при помощи нажима Прони, работая на рукояткѣ.

С.-Петербургъ.
Физическій Институтъ.

Библіографія.

10. *E. E. Fournier d'Albe.* The Electron Theory, with a preface by G. Jonstone Stoney. London, Longmanns, Green and Cy. 1907. pp. XXVI—325.

Теорія электроновъ Фурнье д'Альбъ, какъ указываетъ болѣе подробное заглавіе книги, должна служить популярнымъ введеніемъ въ новую теорію электричества и магнитизма. О содержаніи этой книги можно лучше всего судить по слѣдующему перечню заключенныхъ въ ней главъ. I. Введеніе. II. Начало и развитіе электронной теоріи. III. Электронъ въ покоѣ (Электростатика). IV. Электрическій разрядъ (черезъ изоляторы, газы, металлы, жидкости и пустоту). V. Термо-электричество. VI. Гальванизмъ. VII. Электродинамика. VIII. Магнитизмъ. IX. Индуктивные токи. X. Лучеиспусканіе. XI. Измѣренія, касающіяся электроновъ. XII. Электричество и свѣтъ. XIII. Магнито-оптическія явленія. XIV. Электричество, теплота и магнитизмъ. XV. Радіоактивность. XVI. Строеніе электрона. XVII. Размѣры электрическихъ величинъ.

Вся книга изложена замѣчательно ясно, просто и въ то же время строго научно. Какъ видно изъ ея оглавленія, она даетъ систематическое изложеніе ученія объ электричествѣ и магнитизмѣ, оптики и родственныхъ съ ними областей съ точки зрѣнія теоріи электроновъ и въ видѣ иллюстрацій общаго курса она можетъ быть примѣнена съ особенною пользою даже въ средней школѣ. Вслѣдствіе незначительной величины элементарнаго заряда электрона, авторъ оперируетъ съ совокупностью элементарныхъ зарядовъ. Такую совокупность зарядовъ, отвѣчающей электростатической единицѣ, онъ называетъ компаніей электроновъ; она заключаетъ 2930 милліоновъ электроновъ; кулону отвѣчаетъ цѣлая армія электроновъ: въ ней 3.000 милліоновъ компаній или $6{,}7.10^{18}$ электроновъ. Понятія энергіи, силы и т. п. проведены вездѣ строго и систематически. Особенно красиво и наглядно изложена глава о термоэлектричествѣ. Вообще вся область электричества, которая для начинающаго кажется обыкновенно столь сухою и мертвою, у Фурнье д'Альба живетъ, кишитъ безконечными арміями электроновъ, которые то принимаютъ самое дѣятельное участіе въ передвиженіяхъ и борьбѣ, то ждутъ въ качествѣ резервовъ одного мановенія, чтобы кинуться въ бой.

Книгу Фурнье д'Альба можно горячо рекомендовать не только профессіональнымъ физикамъ, но и всякому, кто съ гимназическою подготовкою желаетъ приступить къ изученію электричества. Въ прошломъ году вышелъ нѣмецкій переводъ этой книги, и можно пожелать, чтобы она появилась возможно скорѣе на русскомъ языкѣ. *Б. Шишковскій.*

11. *Van der Waals-Kohnstamm.* Lehrbuch der Thermodynamik. Erster Teil. Leipzig-Amsterdam. Maas und van Suchtelen. 1908. S. XII+287.

Эта книга представляетъ первую часть лекцій Фанъ-деръ-Ваальса, изданную д-ромъ Констаммомъ съ предисловіемъ маститаго профессора. Она заключаетъ общую термодинамику, мастерски изложенную теорію термодинамическихъ функцій Гиббса, ученіе о системахъ, находящихся подъ дѣйствіемъ внѣшнихъ силъ, и цѣлый отдѣлъ термодинамической теоріи капилярности, которую Фанъ-деръ Ваальсъ послѣ Гиббса первый разработалъ въ девяностыхъ годахъ прошлаго столѣтія.

Изложеніе замѣчательно ясное и красивое; въ каждой строкѣ чувствуется сильная научная индивидуальность автора. Фанъ-деръ Ваальсъ не задается цѣлью дать полное научно-философское обоснованіе обоихъ законовъ термодинамики, а только, опираясь на нихъ, дѣлаетъ цѣлый рядъ выводовъ. Вмѣсто уравненія Бойля-Маріотта для идеальныхъ газовъ, онъ сразу вводитъ свое уравненіе состоянія, съ его характерными постоянными.

Геометрическимъ изображеніямъ, а именно термодинамическимъ поверхностямъ и ихъ изслѣдованію, здѣсь отводится первенствующее мѣсто. Не только въ этомъ направленіи, но и во многихъ другихъ Фанъ-деръ-Ваальсъ вполнѣ слѣдуетъ за Гиббсомъ и даетъ популярное и полное изложеніе его воззрѣній и свойствъ термодинамическихъ функцій.

Въ вышедшей первой части разсмотрѣны самые простые случаи равновѣсій, т. н. физическія равновѣсія, въ которыхъ число компонентъ сводится къ одной. Болѣе сложные случаи, а именно двойныя смѣси, особенно интересныя для химика, будутъ разсмотрѣны во второй части.

Послѣ лекцій Планка книгу Фанъ-деръ Ваальса можно считать однимъ изъ лучшихъ современныхъ учебниковъ по термодинамикѣ. Замѣнить лекціи Планка она, конечно, не можетъ, но для того, кто уже познакомился съ ними, она можетъ служить прекраснымъ дополнительнымъ курсомъ.

Б. Шишковскій.

12. *H. Poincaré.* Thermodynamique. 2-me édition, revue et corrigée. Paris Gauthier-Villars. 1908. p.p. XIX + 458. Prix 16 fr.

Имя автора настолько всѣмъ извѣстно, что намъ остается отмѣтить просто, какъ фактъ, появленіе вторымъ изданіемъ его курса по термодинамикѣ, читаннаго имъ въ Сорбоннѣ. Этотъ курсъ очень подробенъ и заключаетъ въ себѣ, кромѣ обстоятельнаго изложенія обоихъ законовъ термодинамики, еще цѣлый рядъ примѣненій къ газамъ, парамъ, жидкостямъ и тв. тѣламъ. Не оставлены безъ вниманія процессы въ гальваническихъ элементахъ и въ термоэлектрическихъ парахъ, и цѣлая глава посвящена вопросу о приведеніи началъ термодинамики къ общимъ началамъ механики.

Г. Де-Метцъ.

13. *Dr. R. Nimführ.* Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik. Wien-Leipzig, Hartleben's Verlag. 1909. S. XIV+444. Preis 13 Mk.

Въ настоящее время, когда вниманіе всѣхъ образованныхъ людей все больше и больше занято замѣчательными опытами графа Цеппелина надъ управляемыми воздушными кораблями и смѣлыми полетами братьевъ Райтъ на аэропланахъ, книга Нимфюра является какъ нельзя болѣе кстати. Эта книга очень богата по своему содержанію; она заключаетъ въ себѣ рѣшительно все, что человѣкомъ было до сихъ поръ сдѣлано въ этой заманчивой области. Здѣсь подробно изложена вся исторія вопроса, начиная съ опытовъ Монгольфіе 1783 г. и кончая послѣдними опытами графа Цеппелина. Но кромѣ аэростатовъ и управляемыхъ воздушныхъ кораблей, въ этой книгѣ систематически изложены всѣ попытки летать при помощи аэроплановъ. Книга хорошо иллюстрирована 221 рисункомъ въ текстѣ и снабжена обширными литературными указаніями. Значительная часть труда Нимфюра читается очень легко и просто; а для желающихъ ознакомиться съ математической обработкою этихъ вопросовъ и серьезнѣе вникнуть въ ихъ сущность написана спеціальная глава, посвященная теоріи летанія. Трудъ д-ра Нимфюра вдохновитъ, вѣроятно, многихъ и послужитъ къ популяризаціи вопроса о завоеваніи воздуха человѣкомъ.

Г. Де-Метцъ.

14. *J. Armengaud, jeune.* Le Problème de l'Aviation. Paris, Delagrave. 1908. p. 102. Prix. 2 fr. 75 c.

Въ небольшой, но прекрасно и интересно написанной книгѣ молодой французскій инженеръ Армангo изложилъ всю исторію полетовъ на аэропланѣ, окончивъ ее замѣчательными опытами Вильбура Райта отъ 10 октября 1908 г., когда онъ пролетѣлъ на своемъ аэропланѣ, вмѣстѣ съ академикомъ Пенлеве, 70 км. въ 1 ч. 9 м. 45 сек., поднявшись въ Camp d'Auvours въ присутствіи особой технической комиссіи. Въ книгѣ много очень хорошихъ снимковъ и рисунковъ, особенно аэроплана В. Райта. Большую цѣнность представляетъ сравнительная таблица (стр. 44—45), на которой изображены схемы всѣхъ современныхъ аэроплановъ: Райта, Аршдекона, Сантосъ-Дюмона, Фармана, Делагранжа и т. д. Эта книга въ короткое время выдержала 3 изданія, и уже это одно много говоритъ въ ея пользу.

Г. Де-Метцъ.

Хроника.

11. *Пластинки омниколоръ.* Уже давно фабрика Жугла намѣревалась выпустить свои пластинки для цвѣтной фотографіи, но техническія трудности, очевидно, мѣшали этому, и на рынкѣ господствовали только автохромныя пластинки братьевъ Люмьеръ. Теперъ пластинки омниколоръ выпущены въ продажу, и дѣло цвѣтной фотографіи, вѣроятно, сдѣлаетъ еще одинъ шагъ впередъ. По своему существу какъ пластинки, такъ и манипуляціи съ ними очень похожи на Люмьеровскія. Различіе между ними лишь въ томъ, что трехцвѣтный слой шариковъ Люмьера у Жугла замѣненъ трехцвѣтною сѣткою, приготовленною механически изъ правильныхъ, тѣсно прилегающихъ другъ къ другу микроскопическихъ фигуръ, перекрещивающихся въ порядкѣ цвѣтовъ: сине-фіолетоваго, зеленаго и оранжево-краснаго. Между этими цвѣтами нѣтъ угольнаго порошка, а потому пластинки Жугла болѣе прозрачны. Прочность ихъ также, повидимому, больше, потому что онѣ допускаютъ сравнительно долгія химическія манипуляціи проявленія, фиксированія и промыванія.

Безъ всякаго сомнѣнія многіе любители используютъ предстоящее лѣто для ознакомленія съ новымъ усовершенствованіемъ въ столь заманчивой области, какъ цвѣтная фотографія. Пластинки Жугла уже появились и въ Россіи; онѣ имѣются на складѣ І. Стеффана въ С.-Петербургѣ и Москвѣ.

12. *Новое опредѣленіе механическаго эквивалента теплоты E.* Крамье и Риспай недавно произвели новыя измѣренія E по способу, очень схожему съ старымъ способомъ Джауля, но со многими улучшеніями въ деталяхъ; въ особенности они обратили вниманіе на постоянство внѣшней температуры около калориметра. Среднее значеніе E, найденное ими изъ 10 отдѣльныхъ опытовъ, оказалось $4{,}1851 \times 10^7$ эрговъ съ ошибкою $\pm 0{,}0027$. C. R. CXLVII, 1908. p. 793.

13. *Новости электрическаго освѣщенія.* Проф. В. Веддингъ произвелъ рядъ измѣреній надъ энергіей, потребляемой новыми лампочками накаливанія, и нашелъ, что самыя экономныя изъ нихъ суть вольфрамовыя, которыя потребляютъ 1,61 уатта на одну свѣчу Гефнера и горятъ около 1.000 часовъ; лампы съ металлически покрытымъ угольнымъ волокномъ требуютъ около

2,9 уатта на свѣчу и скоро перегораютъ, а танталовыя потребляютъ около 2,2 уатта на свѣчу и служатъ довольно долго. Веддингъ думаетъ, что эти усовершенствованія далеко не послѣднія, и что еще многое будетъ сдѣлано въ направленіи удешевленія электрическаго освѣщенія. Beiblätter, 1909, p. 184.

Опросный листъ Б. Ю. Кольбе.

Б. Ю. Кольбе разсылаетъ въ настоящее время опросный листъ съ цѣлью выяснить постановку преподаванія физики въ нашихъ среднеучебныхъ заведеніяхъ. Результаты этого опроса Б. Ю. Кольбе намѣренъ помѣстить въ Физическомъ Обозрѣніи и нѣмецкомъ журналѣ *Schule & Technik*. Вопросы мы помѣщаемъ ниже, а отвѣты до 15 мая нужно направлять по адресу Б. Ю. Кольбе: С.-Петербургъ, Саперный пер. 13, кв. 18.

ВОПРОСЫ:

1) Какъ оборудовано помѣщеніе физическаго кабинета (помѣщеніе, обстановка и вспомогательныя средства, т. е. водопроводъ, газъ, электричество, проекціонный фонарь и т. п.)? 2) Сколько имѣется приборовъ? 3) Сколько % приборовъ негодныхъ и сколько % устарѣлыхъ? 4) Какими приборами желательно ихъ замѣнить? 5) Какіе новые приборы желательно пріобрѣсти по разнымъ отдѣламъ физики? 6) Какіе приборы вообще болѣе предпочтительны: универсальные или отдѣльные для каждаго опыта (по возможности съ мотивировкой)? 7) Какіе приборы вообще болѣе предпочтительны: а) Болѣе грубые, большаго размѣра, демонстративные? в) Болѣе точные, меньшихъ размѣровъ? 8) Въ какой мѣрѣ желательны проекціонные приборы и какіе именно? 9) Предпочитаете-ли вы пользоваться готовыми покупными приборами или считаете полезнымъ собирать ихъ передъ употребленіемъ изъ склянокъ, пробокъ, трубокъ и т. п.? 10) Какой способъ преподаванія болѣе предпочтителенъ: систематическій или концентрическій, и какого характера должны быть концентры? 11) Существуютъ ли практическія занятія и ведутся ли они на одинъ фронтъ, или же отдѣльными работами? 12) Если практическихъ занятій нѣтъ, то считаются-ли они желательными. Б. Ю. Кольбе впередъ благодаритъ за всякое содѣйствіе его анкетѣ и готовъ выслушать всякія пожеланія. Отвѣты должны быть подписаны съ указаніемъ учебнаго заведенія, отъ имени котораго они составлены.